

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2001年5月10日 (10.05.2001)

PCT

(10)国際公開番号
WO 01/32366 A1

(51)国際特許分類⁷: **B25J 13/00**, 5/00, A63H 11/00

(21)国際出願番号: PCT/JP00/07592

(22)国際出願日: 2000年10月27日 (27.10.2000)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願平 11/310329 1999年10月29日 (29.10.1999) JP
特願平 11/310330 1999年10月29日 (29.10.1999) JP

特願平 11/310331 1999年10月29日 (29.10.1999) JP

特願平 2000-332141 2000年10月26日 (26.10.2000) JP

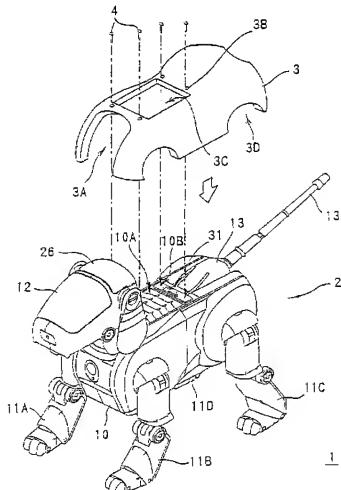
(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(72)発明者; および
(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 坂本隆之 (SAKAMOTO, Takayuki) [JP/JP]. 藤田雅博 (FUJITA, Masahiro) [JP/JP]. 高村成一 (TAKAMURA, Seiichi) [JP/JP]. 広野 遊 (HIRONO, Yu) [JP/JP]. 星野弘就 (HOSHINO, Hironari) [JP/JP]. 大口伸彦 (OHGUCHI,

[続葉有]

(54) Title: ROBOT SYSTEM, ROBOT DEVICE, AND ITS COVER

(54)発明の名称: ロボットシステム、ロボット装置及びその外装



(57) Abstract: A predetermined authentication pattern is formed on the cover of a robot, device and an authentication means which authenticates the cover on the basis of the authentication pattern is provided to the robot device. An information holding means which holds specific information is provided to the cover and a reading means which reads the specific information out of the information holding means is provided to the robot device. A function that measures the influence value of the cover and changes the manifestation pattern of a movement if necessary in accordance with the measurement result is provided to the robot device.

(57)要約:

第1に、外装に所定の認証用パターンを設けると共に、装着された外装の認証用パターンに基づいて当該外装を認証する認証手段をロボット装置に設け、第2に、外装に固有情報を保持する情報保持手段を設けると共に、ロボット装置にかかる情報保持手段から固有情報を読み出す読み出し手段を設け、第3に、ロボット装置に、外装の影響量を検出し、当該検出結果に基づいて動作の発現パターンを必要に応じて変化させる機能を搭載するようにした。

WO 01/32366 A1



Nobuhiko) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6
丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士 田辺恵基(TANABE, Shigemoto); 〒
150-0001 東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-508号 グ
リーンフアンタジアビル5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

ロボットシステム、ロボット装置及びその外装

技術分野

本発明はロボットシステム、ロボット装置及びその外装に関し、例えばペットロボットに適用して好適なものである。

背景技術

近年、一般家庭においてペットとして飼育される犬や猫に似せた外観形状を有する4足歩行型のペットロボットが開発及び販売されている。

かかるペットロボットにおいては、本物の動物の感情をモデル化した感情モデルなどのソフトウェアが搭載されており、ユーザからの「なでる」、「たたく」といった働きかけや周囲の状況に応じて「喜ぶ」、「怒る」といった感情を生成し、当該感情等に基づいて自律的に行動し得るようになされている。

ところでこのようなペットロボットに対し、最近では個性をもたせて楽しみたいなどの理由から、例えば着ぐるみ等の外装を装着できるようにして外観を自由に変化させ得るようにしてほしいとの要望が出されている。

ところがかかるペットロボットにおいて、外形形状や可動部の動きを考慮していない外装が装着された場合、当該外装によってロボットの動作が妨げられたり、ロボットの本体表面に設けられた通気口が塞がれたりするおそれがある。そしてこのような状況下では制御部が適正な制御を行うことができなくなり、故障の原因となる問題があった。

またかかるペットロボットにおいて、外形形状や可動部の動きを考慮した外装が装着された場合においても、外装の質量分布等を考慮した制御を行わなければ、例えばペットロボットの歩行のバランスが崩れるなど、ペットロボットの行動や動作に不具合が生じるおそれがある。

さらにペットロボットに外装を装着できるようにする場合において、単に外観を変化させることができるだけでなく、外観の変化に応じてペットロボットの行動や動きにも変化が生じるようになるとすれば、より一層の親近感や満足感をユーザに与えて、ペットロボットとしてのアミューズメント性を向上させ得るものと考えられる。

発明の開示

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、不正な外装を排除して、故障の発生を未然に防止し得るロボットシステム、ロボット装置及びその外装、並びにアミューズメント性を向上させ得るロボットシステム、ロボット装置及びその外装を提案しようとするものである。

かかる課題を解決するため本発明においては、ロボット装置及び外装からなるロボットシステムにおいて、外装に所定の認証用パターンを設けると共に、装着された外装の認証用パターンに基づいて当該外装を認証する認証手段をロボット装置に設けるようにした。この結果このロボットシステムでは、不正な外装がロボットに装着されたときにこれを検出することができ、かくして不正の外装を排除して、ロボットの故障の発生を未然に防止し得るロボットシステムを実現できる。

また本発明においては、着脱自在に装着される外装に設けられた所定の認証用パターンに基づいて、装着された外装の認証を行う認証手段をロボット装置に設けるようにした。この結果このロボット装置では、不正な外装が装着されたときにこれを検出することができ、かくして不正の外装を排除して、ロボットの故障の発生を未然に防止し得るロボット装置を実現できる。

さらに本発明においては、ロボット装置の外装に所定の認証用パターンを設けるようにした。この結果、相手側のロボット装置がこの認証パターンに基づいて不正な外装が装着されたことを検出することができ、かくして不正の外装を排除して、ロボットの故障の発生を未然に防止し得るロボット装置の外装を実現でき

る。

さらに本発明においては、ロボットシステムにおいて、固有情報を保持する情報保持手段を外装に設けると共に、ロボット装置に外装が装着されたとき、外装の情報保持手段に保持された固有情報を検出する情報検出手段と、当該検出された固有情報に基づいて、動作の発現パターンを必要に応じて変化させる制御手段とをロボット装置に設けるようにした。この結果このロボットシステムでは、外装をロボット装置に装着した際に、当該外装から得られた固有情報をロボット装置の動作の発現パターンに必要に応じて反映させることができる。かくするにつき外装ごとにロボット装置を個性をもたせながら動作させることができ、かくしてアミューズメント性を格段的に向上させ得るロボットシステムを実現できる。

さらに本発明においては、ロボット装置に着脱自在に装着される外装において、外装に応じた固有情報を保持する情報保持手段を設け、ロボット装置に装着されたとき、ロボット装置は、情報保持手段に保持された固有情報に基づいて、動作の発現パターンを必要に応じて変化させるようにした。この結果この外装では、ロボット装置に装着した際に、当該外装から得られた固有情報をロボット装置の動作の発現パターンに必要に応じて反映させることができる。かくするにつき外装ごとにロボット装置を個性をもたせながら動作させることができ、かくしてロボット装置のアミューズメント性を格段的に向上させ得る外装を実現できる。

さらに本発明においては、ロボット装置において、外装が着脱自在に装着されたときに、外装に応じた固有情報を当該外装から検出する情報検出手段と、当該検出された固有情報に基づいて、動作の発現パターンを必要に応じて変化させる制御手段とを設けるようにした。この結果このロボット装置では、外装から得られた固有情報をロボット装置の動作の発現パターンに必要に応じて反映させることができる。かくするにつき外装ごとにロボット装置を個性をもたせながら動作させることができ、かくしてアミューズメント性を格段的に向上させ得るロボット装置を実現できる。

さらに本発明においては、可動部を有し、当該可動部を駆動するようにして所

定の動作を発現するロボット装置と、ロボット装置に着脱自在に装着される外装と、ロボット装置に設けられ、可動部を駆動制御する制御手段とを設け、制御手段は、ロボット装置に外装が装着されたときに、可動部を駆動させて動作に対する当該外装の影響量を検出し、当該検出結果に基づいて動作の発現パターンを必要に応じて変化させるようにした。この結果、このロボットシステムでは、外装をロボット装置に装着した後に、可動部を変化させながらロボット装置の動作の発現パターンを必要に応じて変化させるようにしたことにより、様々な形状、構造及び材質等を有する外装をロボット装置に装着した場合でも、当該ロボット装置の行動及び動作に支障が生じるのを未然に回避することができ、かくして多種多様な外装をロボット装置に適用させ得る分だけ、アミューズメント性を格段と向上させ得るロボットシステムを実現できる。

さらに本発明においては、可動部を有し、当該可動部を駆動するようにして所定の動作を発現するロボット装置において、外装が着脱自在に装着されたときに、上記可動部を駆動させて上記動作に対する当該外装の影響量を検出し、当該検出結果に基づいて上記動作の発現パターンを必要に応じて変化させる制御手段を設けるようにした。この結果、このロボット装置では、外装が装着された後に、可動部を変化させながらロボット装置の動作の発現パターンを必要に応じて変化させることにより、様々な形状、構造及び材質等を有する外装をロボット装置に装着した場合でも、当該ロボット装置の行動及び動作に支障が生じるのを未然に回避することができ、かくして多種多様な外装をロボット装置に適用させ得る分だけ、アミューズメント性を格段と向上させ得るロボット装置を実現できる。

図面の簡単な説明

図1は、第1の実施の形態によるロボットシステムの構成を示す斜視図である。

図2は、第1の実施の形態によるペットロボットの内部構成を示すブロック図

である。

図3は、ロボット側凹凸パターン及び外装側凹凸パターンの構成を示す略線的な斜視図である。

図4は、ロボット側凹凸パターン及び外装側凹凸パターンの嵌合の説明に供する断面図である。

図5は、他の実施の形態を示す斜視図及び断面図である。

図6は、他の実施の形態を示す断面図である。

図7は、他の実施の形態を示す斜視図である。

図8は、第2の実施の形態によるペットロボットシステムの構成を示す略線図である。

図9は、図8に示すペットロボットの構成を示す略線図である。

図10は、ペットロボットの内部構成を示すブロック図である。

図11は、本体側インターフェース部及び外装側インターフェース部の内部構成を示すブロック図である。

図12は、第2の実施の形態におけるコントローラの処理の説明に供する略線図である。

図13は、感情・本能レベル部によるデータ処理の説明に供する略線図である。

図14は、感情・本能レベル部によるデータ処理の説明に供する略線図である。

図15は、感情・本能レベル部によるデータ処理の説明に供する略線図である。

図16は、行動決定機構部における有限オートマトンの状態遷移図である。

図17は、姿勢遷移機構部における姿勢遷移図である。

図18は、外装装着処理手順の説明に供するフローチャートである。

図19は、第3の実施の形態によるペットロボットシステムの構成を示す略線図である。

図 2 0 は、第 3 の実施の形態での成長モデルの説明に供する略線図である。

図 2 1 は、第 2 の実施の形態におけるコントローラの処理の説明に供する略線図である。

図 2 2 は、確率オートマトンを示す略線図である。

図 2 3 は、第 1 の成長要素リスト及び第 1 の成長要素カウンターテーブルを示す概念図である。

図 2 4 は、第 2 の成長要素リスト及び第 2 の成長要素カウンターテーブルを示す概念図である。

図 2 5 は、成長段階制御処理手順の説明に供するフローチャートである。

図 2 6 は、他の実施の形態によるペットロボットシステムの構成を示す略線図である。

図 2 7 は、第 4 の実施の形態によるペットロボットシステムの構成を示す略線図である。

図 2 8 は、図 2 7 に示すペットロボットの構成を示す略線図である。

図 2 9 は、ペットロボットの内部構成を示すブロック図である。

図 3 0 は、本体側インターフェース部及び外装側インターフェース部の内部構成を示すブロック図である。

図 3 1 は、歩行制御のための 22 個のパラメータを示す図表である。

図 3 2 は、歩行基準姿勢を示す略線図である。

図 3 3 は、1 つの脚部ユニットの運動の説明に供する略線図である。

図 3 4 は、パラメータの説明に供する略線図である。

図 3 5 は、各種歩容におけるパラメータの位相関係を示すタイミングチャートである。

図 3 6 は、外装装着前後の重心位置の説明に供する略線図である。

図 3 7 は、第 4 の実施の形態によるキャリブレーション処理手順の説明に供するフローチャートである。

図 3 8 は、第 5 の実施の形態によるペットロボットシステムの構成を示す略線

図である。

図39は、第5の実施の形態によるキャリブレーション処理手順の説明に供するフローチャートである。

図40は、第6の実施の形態によるペットロボットシステムの構成を示す略線図である。

図41は、図40に示すロボットシステムの内部構成を示すブロック図である。

図42は、外装情報の説明に供する略線図である。

図43は、第6の実施の形態におけるコントローラの処理の説明に供するブロック図である。

図44は、確率オートマトンを示す概念図である。

図45は、状態遷移表の説明に供する図表である。

図46は、距離センサの光軸に対するキャノピーの傾き角と距離センサの出力特性の関係を示す図表である。

図47は、距離センサの光軸に対するキャノピーの傾き角と距離センサの出力特性の関係を示す特性曲線図である。

図48は、キャノピーの色と距離センサの出力特性の関係を示す図表である。

図49は、キャノピーの色と距離センサの出力特性の関係を示す特性曲線図である。

発明を実施するための最良の形態

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

(1) 第1の実施の形態

(1-1) 本実施の形態によるロボットシステムの構成

図1において、1は全体として本実施の形態によるロボットシステムを示し、ペットロボット2と、当該ペットロボット2に装着する外装ユニット3とから構成されている。

ペットロボット2においては、図1において明らかなように、胴体部ユニット10の前後左右にそれぞれ脚部ユニット11A～11Dが連結されると共に、胴体部ユニット10の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット12及び尻尾部ユニット13が連結されることにより構成されている。

この場合胴体部ユニット10には、図2に示すように、このペットロボット2の全体の動作制御を司るコントローラ20と、このペットロボット2の動力源であるバッテリ21と、熱センサ22と、胴体部ユニット10の上面に設けられた通気口10A(図1)に対応させて配置された冷却用ファン23などのが収納されている。

また頭部ユニット10には、このペットロボット2の「耳」に相当するマイクロホン24と、「目」に相当するCCD(Charge Coupled Device)カメラ25と、タッチセンサ26と、「口」に相当するスピーカ27などがそれぞれ所定位置に配設されている。

さらに各脚部ユニット11A～11Dの関節部分や、各脚部ユニット11A～11D及び胴体部ユニット10の各連結部分、頭部ユニット12及び胴体部ユニット10の連結部分、並びに尻尾部ユニット13及び胴体部ユニット10の連結部分などには、それ各自由度数分のアクチュエータ28A～28nが配設されている。

そして頭部ユニット12のマイクロホン24は、ユーザから図示しないサウンドコマンダを介して音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかけろ」等の指令音を集音し、かくして得られた音声信号S1をコントローラ20に送出する。またCCDカメラ25は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号S2をコントローラ20に送出する。

さらにタッチセンサ26は、図2において明らかなように、頭部ユニット12の上部に設けられており、ユーザからの「なでる」や「たたく」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出し、検出結果を圧力検出信号S3としてコントローラ20に送出する。

さらに胴体部ユニット10の熱センサ22は、胴体部ユニット10内部の熱を検出し、検出結果を熱検出信号S4としてコントローラ20に送出する。

コントローラ20は、マイクロホン24、CCDカメラ25、タッチセンサ26、熱センサ22等から与えられる音声信号S1、画像信号S2、圧力検出信号S3、熱検出信号S4などに基づいてユーザからの指令や物理的な働きかけの有無、周囲の状況などを判断する。

そしてコントローラ20は、この判断結果と、予めメモリ20Aに格納されている制御プログラムとにに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ28A～28nに制御信号S5A～S5nを送出してこれを駆動させることにより、頭部ユニット12を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット13の尻尾13Aを動かせたり、各脚部ユニット11A～11Dを駆動させて歩行させるなどの行動を行わせる。

またこの際コントローラ20は、必要に応じて所定の音声信号S6をスピーカ27に与えることにより当該音声信号S6に基づく音声を外部に放出させたり、このペットロボット2の「目」の位置に設けられた図示しないLED（Light Emitting Diode）を点灯、消灯又は点滅させる。

このようにしてこのペットロボット2においては、ユーザからの指令や物理的な働きかけの有無、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動し得るようになされている。

一方、外装ユニット3（図1）は、例えば合成樹脂材等の所定の硬度を有する材料を用いて形成されており、その内側形状及び寸法がペットペットロボット2の胴体部ユニット10の上部の形状及び寸法とほぼ同じに選定されている。

また外装ユニット3の前端部には、ペットロボット2の胴体部ユニット10及び頭部ユニット12を連結する首部に対応させて切欠き3Aが設けられると共に、当該外装ユニット3の上部には、ペットロボット2の胴体部ユニット10の所定位置に設けられた複数のねじ穴10Bにそれぞれ対応させて、複数のねじ用孔3Bが穿設されている。

これによりこのロボットシステム1においては、ペットロボット2の胴体部ユニット10の上側から外装ユニット3を嵌め合わせた後、当該外装ユニット3の各ねじ用孔3Bをそれぞれ介してねじ4をペットロボット2の胴体部ユニット10の各ねじ穴10Bに螺合することにより、外装ユニット3をペットロボット2に固定した状態に装着することができるようになされている。

さらに外装ユニット3の上部には、ペットロボット2の胴体部ユニット10の通気口10Aに対応させて通気口用開口部3Cが設けられると共に、外装ユニット3の下端部の周囲にはペットロボット2の各脚部ユニット11A～11Dや尻尾部ユニット13の尻尾13Aの付け根位置にそれぞれ対応させて切欠き3Dが設けられている。

これによりこのロボットシステム1においては、ペットロボット2の胴体部ユニット10の通気口10Aを介して排出される熱を外装ユニット3の通気用開口部3Cを介して外部に排出することができ、またペットロボット2が各脚部ユニット11A～11Dや尻尾13Aを駆動する際にこれら各脚部ユニット11A～11D及び尻尾13Aと外装ユニット3とが干渉するのを防止し得るようになされている。

かかる構成に加えてこのロボットシステム1の場合、図1、図3及び図4(A)に示すように、ペットロボット2における胴体部ユニット10の所定位置には所定高さの基部30上に所定形状の凹凸パターン(以下、これをロボット側凹凸パターンと呼ぶ)31が形成されている。

また外装ユニット3には、このロボット側凹凸パターン31に対応させて、当該ロボット側凹凸パターン31の凸部31A及び凹部31Bとそれぞれ嵌合する凹部32B及び凸部32Aからなる、ロボット側凹凸パターン31の凹凸形状を反転した形状の凹凸パターン(以下、これを外装側凹凸パターンと呼ぶ)32が設けられている。

そしてこの実施の形態の場合、外装側凹凸パターン32の凹凸形状は意匠登録されており、これにより許可を得ていない業者が当該外装側凹凸パターン32の

凹凸形状を利用できないようになされている。

これによりこのロボットシステム1においては、ペットロボット2に外装ユニット3を装着する際、外装ユニット3が正規のものである場合には、図4（B）のようにロボット側凹凸パターン3_1と外装側凹凸パターン3_2とが嵌合することにより当該外装ユニット3をペットロボット2に正しく装着でき、これに対して外装ユニット3が不正なものである場合には、図4（B）のようにロボット側凹凸パターン3_1と外装側凹凸パターン3_2とが嵌合しないことにより当該外装ユニット3を正しくペットロボット2に装着することができないようになされている。

なおこの実施の形態の場合、ペットロボット2には、図1に示すように、胴体部ユニット1_0における通気口1_0Aの前後位置に上述のロボット側凹凸パターン3_1がそれぞれ設けられている。そしてペットロボット2の胴体部ユニット1_0における上述の各ねじ穴1_0Bは、図4（A）のように、それぞれ2個を1組として各組ごとに対応するロボット側凹凸パターン3_1をそれぞれ横方向から挟むようにロボット側凹凸パターン3_1の近傍に設けられている。

さらに上述のようにペットロボット2に対して外装ユニット3を固定するためのねじ4は、図4（C）に示すように、それぞれペットロボット2の胴体部ユニット1_0に螺合する部分の長さLが、ロボット側凹凸パターン3_1における凸部3_1Aの高さH1と、外装側凹凸パターン3_2における凸部3_2Aの高さH2との和よりも短くなるように選定されている。

これによりこのロボットシステム1においては、外装ユニット3が不正なものである場合には、この図4（C）のように外装ユニット3のねじ用孔3_Bを介してペットロボット2のねじ穴1_0Bにねじ4を螺合することができず、かくして当該外装ユニット3をペットロボット2に固定することができないようになされている。

（1－2）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このロボットシステム1では、ペットロボット2に外装

ユニット3を装着する際、外装ユニット3が正規のものである場合にはロボット側凹凸パターン31と、外装側凹凸パターン32とが嵌合することにより当該外装ユニット3を正しく装着でき、これに対して外装ユニット3が不正なものである場合にはロボット側凹凸パターン31と、外装側凹凸パターン32とが嵌合しないことにより当該外装ユニット3を正しく装着できない。

従ってこのロボットシステム1では、ペットロボット2の規格に応じた外装ユニット3を製造する業者に対してのみ外装側凹凸パターン32の使用許可を与えるようにすることによって不正な外装ユニット3を排除でき、この結果として不正な外装ユニット3が装着されることに起因するペットロボット2の故障等を未然にかつ有効に防止することができる。

以上の構成によれば、外装ユニット3に意匠登録された所定形状の外装側凹凸パターン32を形成すると共に、当該外装側凹凸パターン32に対応させて、ペットロボット2に当該外装側凹凸パターン32の凹凸を反転した形状のロボット側凹凸パターン31を形成するようにしたことにより、ペットロボット2に不正な外装ユニット3が装着されるのを未然にかつ有効に防止することができ、かくして不正な外装ユニット3を排除して、ペットロボットの故障の発生を未然に防止し得るロボットシステムを実現できる。

(1－3) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を図1のように構成された4足歩行型のペットロボット2に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、おもちゃ、玩具、トイ、人形等を含む（以下、第2～第6の実施の形態においても同じ）この他種々の形態のロボットに広く適用することができる。

また上述の実施の形態においては、ロボット側凹凸パターン31を基部30上に形成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば図5（A）及び（B）に示すように、ペットロボット2に外装ユニット3を固定するためのボス40を設け、当該ボス40の上端面に所定形状の凹凸パターン41

を形成すると共に、当該凹凸パターン 4 1 に対応させて、外装ユニット 3 に対応する凹凸パターン 4 2 を形成するようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、外装ユニット 3 に設ける認証用パターン及びペットロボット 2 に設ける認証手段として立体的なパターン（外装側凹凸パターン 3 2 及びロボット側凹凸パターン 3 1）を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば外装ユニット 3 に認証用パターンとして平面的なパターン（色や反射率のパターン）を設けると共にペットロボット 2 に認証手段として CCD カメラ等を設け、当該 CCD カメラにより撮影された外装ユニット 3 の認証用パターンに基づいてペットロボット 2 のコントローラ 20（図 2）が外装ユニット 3 が不正なものであるか否かを判断し、不正なものであった場合にはペットロボット 2 を動作させないようにしても良い。

また外装ユニット 3 に設ける認証用パターンを導電性塗料等の導電性材料を用いて形成すると共に、ペットロボット 2 に認証手段として電極を形成するようにして、外装ユニット 3 の認証用パターンを電気的に検知するようにしても良い。

さらには例えば図 6 に示すように、外装ユニット 3 に認証用パターンとして所定の凹凸パターン（直線的、2 次元的のどちらでも良い）4 3 を設ける一方、ペットロボット 2 の対応する位置に複数のタッチセンサ 4 4 を配列（直線的、2 次元的のどちらでも良い）し、外装ユニット 3 の認証用パターン（凹凸パターン 4 4）によりどのタッチセンサ 4 4 が押圧されたかによってペットロボット 2 のコントローラ 20 がこの外装ユニット 3 が不正なものであるか否かを判断し、不正なものである場合にはペットロボット 2 を動作させないようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、外装ユニット 3 に設ける認証用パターンとして意匠登録された凹凸パターン（外装側凹凸パターン 3 2）を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、外装ユニット 3 の凹凸パターンを特定の者だけが使用できるように技術的又は法律的に規制するのであれば、外装側凹凸パターン 3 2 として意匠登録された形状以外の形状を広く適用することができる。

この場合において、外装ユニット3の認証用パターンとして、例えば図7に示すように、商標登録された文字等を浮き彫りにするようにして形成した凹凸パターン45を用いるようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、外装として図1のように形成され合成樹脂材からなる所定の硬度を有する外装ユニット3を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外装の材質としてこの他種々の材質を適用でき、またその形態としても好ましくはペットロボット2の外観の印象を変えるものであった方が良いが、この他種々の形態を広く適用できる。

(2) 第2の実施の形態

(2-1) 本実施の形態によるロボットシステム50の構成

図8は、第2の実施の形態によるロボットシステム50を示すものであり、ペットロボット51に対して、所定の外装部品（以下、これを外装ユニットと呼ぶ）52を着脱自在に装着することにより、当該ペットロボット51の表面全体を外装ユニット52によって被覆し得るようになされている。

実際にかかるペットロボット51は、胴体部ユニット53の前後左右にそれぞれ脚部ユニット54A～54Dが連結されると共に、胴体部ユニット53の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット55及び尻尾部ユニット56が連結されることにより構成されている。

この胴体部ユニット53の内部には冷却ファン（図示せず）が設けられ、当該冷却ファンを介して上面53A及び下面53Bにそれぞれ排気口53AX及び吸気口53BX（図9）が形成されている。これによりペットロボット51では、冷却ファンの駆動に応じて、吸気口53BXから吸入した空気を胴体部ユニット53の内部を介して排気口53AXから外へ排出するようにして、当該胴体部ユニット53の内部温度を低減し得るようになされている。

また図9に示すように、胴体部ユニット53の下面53Bには、コネクタ半体57A及び掛合機構部57Bからなる接続部57が形成されたインターフェース部（以下、これを本体側インターフェース部と呼ぶ）58が設けられている。

一方、外装ユニット 5 2 は、図 8 に示すように、あたかも本物の犬の表皮と同様の形態を合成纖維から形成した外装本体部 5 2 A からなり、当該外装本体部 5 2 A の裏面の所定位置に、胴体部ユニット 5 3 に設けられた本体側インターフェース部 5 8 のコネクタ半体 5 7 A 及び掛合機構部 5 7 B に対応させてコネクタ半体 5 9 A 及び掛合機構部 5 9 B からなる接続部 5 9 が形成されたインターフェース部（以下、これを外装側インターフェース部と呼ぶ） 6 0 が設けられている。

実際にペットロボット 5 1 に外装ユニット 5 2 を装着する場合、外装ユニット 5 2 の外装本体部 5 2 A をペットロボット 5 1 の表面全体を覆うように被せた後、本体側インターフェース部 5 8 の接続部 5 7 に対して外装側インターフェース部 5 0 の接続部 5 9 を繋げるようにして、コネクタ半体 5 7 A、5 9 A 同士で電気的に接続させると共に掛合機構部 5 7 B、5 9 B 同士で構造的に接続させるようになされている。

（2－2）ロボットシステム 5 0 の内部構成

ここで図 1 0 に示すロボットシステム 5 0 において、ペットロボット 5 1 の胴体部ユニット 5 3 には、このペットロボット 5 1 全体の動作を制御するコントローラ 7 0 と、このペットロボット 5 1 の動力源となるバッテリ 7 1 と、バッテリセンサ 7 2 及び熱センサ 7 3 からなる内部センサ部 7 4 と、結合センサ 8 0 及び接続部 5 7 からなる本体側インターフェース部 5 8 と、外部から挿入される記録媒体（図示せず）に格納されている制御プログラムを読み出す情報讀取部 7 5 とが収納されている。

また頭部ユニット 5 5 には、「耳」に相当するマイクロホン 7 6 と、「目」に相当する C C D (C h a r g e C o u p l e d D e v i c e) カメラ 7 7 と、タッチセンサ 7 8 と、「口」に相当するスピーカ 7 9 となどがそれぞれ所定位置に配設されている。

さらに各脚部ユニット 5 4 A～5 4 D の関節部分や、各脚部ユニット 5 4 A～5 4 D 及び胴体部ユニット 5 3 の各連結部分、頭部ユニット 5 5 及び胴体部ユニット 5 3 の連結部分、並びに尻尾部ユニット 5 6 及び胴体部ユニット 5 3 の連結

部分などにはそれぞれアクチュエータ $5\,4\,AA_1 \sim 5\,4\,AA_K$ 、 $5\,4\,BA_1 \sim 5\,4\,BA_K$ 、 $5\,4\,CA_1 \sim 5\,4\,CA_K$ 、 $5\,4\,DA_1 \sim 5\,4\,DA_K$ 、 $5\,5\,A_1 \sim 5\,5\,A_L$ 、 $5\,6\,A_1 \sim 5\,6\,A_M$ が配設されている。

そして頭部ユニット55のマイクロホン76は、ユーザから図示しないサウンドコマンダ（操作内容に応じて異なる音階の音を発生するコマンダ）により音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかける」等の指令音を集めし、得られた音声信号S10をコントローラ70に送出する。またCCDカメラ77は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号S11をコントローラ70に送出する。

さらにタッチセンサ78は、図8において明らかなように頭部ユニット55の上部に設けられており、ユーザからの「なでる」や「たたく」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出し、検出結果を圧力検出信号S12としてコントローラ70に送出する。

さらに胴体部ユニット53のバッテリセンサ72は、バッテリ71の残量を複数段階に分けて検出し、当該各段階の検出結果をバッテリ残量検出信号S13として順次コントローラ70に送出する。

さらに胴体部ユニット53の熱センサ73は、ペットロボット51の内部温度を検出し、当該検出結果を熱検出信号S14としてコントローラ70に送出する。

さらに胴体部ユニット53の本体側インターフェース部58は、結合センサ80及び上述した接続部57から構成され、当該接続部57はコネクタ半体57A及び掛合機構部57Bから構成されている。この結合センサ80は、外装ユニット52の外装側インターフェース部60との結合状態を検出し、当該検出結果を外装検出信号S15としてコントローラ70に送出する。

コントローラ70は、マイクロホン76、CCDカメラ77、タッチセンサ78、バッテリセンサ72、熱センサ73及び結合センサ80から与えられる音声信号S10、画像信号S11、圧力検出信号S12、バッテリ残量検出信号S13

3、熱検出信号S14及び外装検出信号S15などに基づいて、周囲の状況や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけなどの有無を判断する。

そしてコントローラ70は、この判断結果と予め入力される制御プログラムとに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ54A A₁～54AA_K、54BA₁～54BA_K、54CA₁～54CA_K、54DA₁～54DA_K、55A₁～55A_L、56A₁～56A_Mを駆動させることにより、頭部ユニット55を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット56を動かせたり、各脚部ユニット54A～54Dを駆動して歩行させるなどの行動を行わせる。

またこの際コントローラ70は、必要に応じて所定の音声信号S16をスピーカ79に与えることにより当該音声信号S16に基づく音声を外部に出力させたり、このペットロボット51の「目」の位置に設けられた図示しないLED（Light Emitting Diode）を点灯、消灯又は点滅させる。

このようにしてこのペットロボット51においては、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動し得るようになされている。

一方、外装ユニット52において、外装本体部52Aに内蔵された外装側インターフェース部60は、情報記憶部81及び上述した接続部59から構成され、当該接続部59はコネクタ半体59A及び掛合機構部59Bから構成されている。かかる外装側インターフェース部60内の掛合機構部59Bは、本体側インターフェース部58内の掛合機構部57Bと分離自在に掛合し得るように構成されている。

この外装側インターフェース部60内の情報記憶部81は、例えばROM（Random Access Memory）等の不揮発性メモリから構成され、外装ユニット52の種類に応じて割り当てられた外装番号ごとに、製造者IDを表す情報、製造者が定めるプロダクトID及びロット番号等の製造許可を表す情報、並びに外装ユニットの認証を行うための暗号化情報など（以下、外装設定情報と呼ぶ）D1が予め記憶されている。

また胴体部ユニット53内に設けられた情報読取部75への挿入対象となる記録媒体には、上述の外装番号ごとに、外装設定情報D1の各種内容に従ってそれぞれ設定されたペットロボット51のパフォーマンスを決定するためのプログラム情報（以下、これをパフォーマンス情報と呼ぶ）D2が予め格納されている。

ここで外装側インターフェース部60と本体側インターフェース部58との結合時には、当該外装側インターフェース部60の接続部59に設けられたコネクタ半体59A及び掛合機構部59Bが、本体側インターフェース部58の接続部57に設けられた対応するコネクタ半体57A及び掛合機構部57Bと電気的及び構造的に接続する。

具体的に本体側インターフェース部58及び外装側インターフェース部60は、図11に示すように構成されている。

本体側インターフェース部58において、接続部57のコネクタ半体57Aでは、アースラインL1、電源ラインL2、測定ラインL3及び信号ラインL4の各接続端子A1～A4が露出すると共に、測定ラインL3上における接続端子A3及び結合センサ80間には、一端がアースに接続された負荷抵抗R1の他端が接続されている。

外装側インターフェース部60において、接続部59では、アースラインL5、電源ラインL6、測定ラインL7及び信号ラインL8の各接続端子A5～A8が露出すると共に、電源ラインL6から引き出された測定ラインL7上には負荷抵抗R2が設けられ、当該負荷抵抗R2の一端及び他端がそれぞれ情報記憶部81及び接続端子A7と接続されている。

実際に外装側インターフェース部60の接続部59に設けられたコネクタ半体59Aと本体側インターフェース58の接続部57に設けられたコネクタ半体57Aとが結合したとき、コネクタ半体57A、59A同士でアースラインL1、電源ラインL2、測定ラインL3及び信号ラインL4の各接続端子A1～A4が対応する各ラインL5～L8の接続端子A5～A8とそれぞれ当接して導通する。

このとき本体側インターフェース部58内の結合センサ80は、外装側インターフ

エース部 6 0 及び本体側インターフェース部 5 8 間でコネクタ半体 5 9 A、5 7 A 同士を介して電源ライン L 6 と接続された測定ライン L 7 上の負荷抵抗 R 2 の電圧値を検出することにより、本体側インターフェース部 5 8 と外装側インターフェース部 6 0 との結合状態（すなわち結合時には「H」レベル、分離時には「L」レベル）を判断する。

この結果、コントローラ 7 0 は、結合センサ 8 0 の検出結果が肯定的である場合にのみ、外装側インターフェース部 6 0 内の情報記憶部 8 1 に記憶されている外装設定情報 D 1 を読み出した後、当該外装設定情報 D 1 に基づいて、胴体部ユニット 5 3 内の情報読取部 7 5 に装填されている記録媒体からパフォーマンス情報 D 2 を読み出し、当該パフォーマンス情報 D 2 に基づいてペットロボット 5 1 の行動を決定することにより、当該決定に対応して必要なアクチュエータ 5 4 AA₁ ~ 5 6 A_M を駆動し、必要に応じてスピーカ 7 9 から音声を出力する。

このようにしてこのペットロボット 5 1においては、外装ユニット 5 2 が装着されたとき、当該外装ユニット 5 2 における外装側インターフェース部 6 0 内の情報記憶部 8 1 に記憶されている外装設定情報 D 1 と、当該外装設定情報 D 1 に基づき、胴体部ユニット 5 3 内の情報読取部 7 5 に記憶されている記録媒体から読み出したパフォーマンス情報 D 2 とに従って、自立的な行動を個性的に変化させ得るようになされている。

（2－3）ペットロボット 5 1 の感情・本能に応じた行動表現

このペットロボット 5 1 では、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動することに加えて、あたかも本物の動物が自然の「感情及び本能」をもつかのごとく行動及び動作を変化させるようになされている。

すなわちこのペットロボット 5 1 には、感情として「うれしさ」、「悲しさ」及び「怒り」の 3 つの「感情表現」が設けられると共に、本能として「食欲」、「好奇心」及び「運動欲」の 3 つの「本能表現」が設けられている。そしてコントローラ 7 0 のメモリには、これら各「感情表現」及び「本能表現」ごとに、「歩行状態」、「モーション（動き）」、「行動」及び「サウンド（鳴き声）」の 4 つの項目

に関する行動及び動作の基礎となる各種制御パラメータ及び制御プログラムからなる行動及び動作モデルが予め格納されている。

ここでこのようなペットロボット 5 1 の行動生成に関するコントローラ 7 0 の処理について説明する。

図 1 2 に示すように、ペットロボット 5 1 の行動生成に関するコントローラ 7 0 の処理の内容を機能的に分類すると、特定の外部状態を認識するセンサ入力処理部 9 0 、当該センサ入力処理部 9 0 の認識結果を累積して感情及び本能の状態を表現する感情・本能モデル部 9 1 、当該センサ入力処理部 9 0 の認識結果に基づいて続く行動を決定する行動決定機構部 9 2 、当該行動決定機構部 9 2 の決定結果及び感情・本能モデル部 9 1 の表現結果に基づいて実際にペットロボット 5 1 に行動を発現させる姿勢遷移機構部 9 3 、並びに各アクチュエータ 5 4 A A₁ ~ 5 6 A_M を駆動制御する制御機構部 9 4 に分けることができる。

この場合センサ入力処理部 9 0 は、マイクロホン 7 6 、CCD カメラ 7 7 、タッチセンサ 7 8 、バッテリセンサ 7 2 及び熱センサ 7 3 からそれぞれ与えられる音声信号 S 1 0 、画像信号 S 1 1 、圧力検出信号 S 1 2 、バッテリ残量検出信号 S 1 3 及び熱検出信号 S 1 4 に基づいて特定の状態を認識し、認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に送出する。

具体的にセンサ入力処理部 9 0 は、マイクロホン 7 6 から与えられる音声信号 S 1 0 を常時監視し、当該音声信号 S 1 0 のスペクトラムとして「歩け」、「伏せ」、「ボールを追いかけろ」等の指令に応じてサウンドコマンダから出力される指令音と同じ音階のスペクトラムを検出したときにはその指令が与えられたと認識して、当該認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に通知する。

またセンサ入力処理部 9 0 は、CCD カメラ 7 7 から与えられる画像信号 S 1 1 を常時監視し、当該画像信号 S 1 1 に基づく画像内に例えば「赤い丸いもの」や「地面に対して垂直なかつ所定高さ以上の平面を検出したときには「ボールがある」、「壁がある」と認識して、当該認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・

本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に通知する。

さらにセンサ入力処理部 9 0 は、タッチセンサから与えられる圧力検出信号 S 1 2 を常時監視し、当該圧力検出信号 S 1 2 に基づいて所定の閾値以上のかつ短時間（例えば 2 秒未満）の圧力を検出したときには「叩かれた（叱られた）」と認識し、所定の閾値未満のかつ長時間（例えば 2 秒以上）の圧力を検出したときには「撫でられた（誉められた）」と認識して、当該認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に通知する。

さらにセンサ入力処理部 9 0 は、バッテリセンサ 7 2 から与えられるバッテリ残量検出信号 S 1 3 を常時監視し、バッテリ 1 1 のエネルギー残量が少なくなったことを認識したときには、当該認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に通知する。

さらにセンサ入力処理部 9 0 は、熱センサ 7 3 から与えられる熱検出信号 S 1 4 を常時監視し、ペットロボット 5 1 の内部温度が所定温度以上になったことを認識したときには、当該認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に通知する。

またセンサ入力処理部 9 0 は、本体側インターフェース部 5 8 内の結合センサ 8 0 から与えられる外装検出信号 S 1 5 、外装側インターフェース部 6 0 内の情報記憶部 8 1 から読み出された外装設定情報 D 1 及び胴体部ユニット 5 3 内の情報読取部 7 5 から読み出したパフォーマンス情報 D 2 に基づいて、外装ユニット 5 2 の装着の有無及び当該外装ユニット 5 2 に設定された種々の設定情報を認識し、認識結果を状態認識情報 D 5 として感情・本能モデル部 9 1 及び行動決定機構部 9 2 に通知する。

感情・本能モデル部 9 1 は、図 1 3 に示すように、複数の独立した感情モデルとしての情動ユニット 1 0 0 A～1 0 0 C でなる基本情動群 1 0 0 と、複数の独立した欲求モデルとしての欲求ユニット 1 0 1 A～1 0 1 C でなる基本欲求群 1 0 1 とについての制御パラメータをコントローラ 7 0 のメモリ 7 0 A 内に有している。基本情動群 1 0 0 のうち情動ユニット 1 0 0 A は「うれしさ」という情動

を示すものであり、情動ユニット 100B は「悲しさ」という情動を示すものであり、情動ユニット 100C は「怒り」という情動を示すものである。

情動ユニット 100A～100C は、情動の度合いを例えば 0～100 レベルまでの強度によってそれぞれ表し、供給される状態認識情報 D5 に基づいて情動の強度をそれぞれ時々刻々と変化させる。かくして感情・本能モデル部 91 は、時々刻々と変化する情動ユニット 100A～100C の強度を組み合わせることによりペットロボット 51 の感情の状態を表現し、感情の時間変化をモデル化している。

また基本欲求群 101 のうち欲求ユニット 101A は「食欲」という欲求を示すものであり、欲求ユニット 101B は「好奇心」という欲求を示すものであり、欲求ユニット 101C は「運動欲」という欲求を示すものである。

欲求ユニット 101A～51C は、情動ユニット 100A～100C と同様に、欲求の度合いを例えば 0～100 レベルまでの強度によってそれぞれ表し、供給される状態認識情報 D5 に基づいて欲求の強度をそれぞれ時々刻々と変化させる。かくして感情・本能モデル部 91 は、時々刻々と変化する欲求ユニット 101A～101C の強度を組み合わせることによりペットロボット 51 の本能の状態を表現し、本能の時間変化をモデル化している。

このようにして感情・本能モデル部 91 は、状態認識情報 D5 に基づいて情動ユニット 100A～100C 及び欲求ユニット 101A～101C の強度をそれぞれ変化させる。そして感情・本能モデル部 91 は、この変化した情動ユニット 100A～100C の強度を累積的に組合せることにより感情の状態を決定すると共に、変化した欲求ユニット 101A～101C の強度を累積的に組合せることにより本能の状態を決定し、当該決定された感情及び本能の状態を感情・本能状態情報 D6 として行動決定機構部 92 に送出する。

ところで感情・本能モデル部 91 は、基本情動群 100 のうち所望の情動ユニット 100A～100C 同士を相互抑制的又は相互刺激的に結合し、当該結合した情動ユニット 100A～100C のうち一方の情動ユニット 100A～100

Cの強度を変化させると、これに応じて他方の情動ユニット100A～100Cの強度が変化することになり、自然な感情及び本能を有するペットロボット51を実現している。

すなわち図14に示すように、感情・本能モデル部91は、「うれしさ」情動ユニット100Aと「怒り」情動ユニット100Cとを相互抑制的に結合することにより、ユーザに誉めてもらったときには「うれしさ」情動ユニット100Aの強度を大きくすると共に、その際「怒り」情動ユニット100Cの強度を変化させるような状態認識情報D5が供給されていなくても、「うれしさ」情動ユニット100Aの強度が大きくなることに応じて自然に「怒り」情動ユニット100Cの強度を低下させる。同様に感情・本能モデル部91は、「怒り」情動ユニット100Cの強度が大きくなると、当該「怒り」情動ユニット100Cの強度が大きくなることに応じて自然に「うれしさ」情動ユニット100Aの強度を低下させる。

また感情・本能モデル部91は、「悲しさ」情動ユニット100Bと「怒り」情動ユニット100Cとを相互刺激的に結合することにより、ユーザに叩かれたときには「怒り」情動ユニット100Cの強度を大きくすると共に、その際「悲しさ」情動ユニット100Bの強度を変化させるような状態認識情報D5が供給されていなくても、「怒り」情動ユニット100Cの強度が大きくなることに応じて自然に「悲しさ」情動ユニット100Bの強度を増大させる。同様に感情・本能モデル部91は、「悲しさ」情動ユニット100Bの強度が大きくなると、当該「悲しさ」情動ユニット100Bの強度が大きくなることに応じて自然に「怒り」情動ユニット100Cの強度を増大させる。

さらに感情・本能モデル部91は、情動ユニット100A～100C同士を結合した場合と同様に、基本欲求群101のうち所望の欲求ユニット101A～101C同士を相互抑制的又は相互刺激的に結合し、当該結合した欲求ユニット101A～101Cのうち一方の欲求ユニット101A～101Cの強度を変化させると、これに応じて他方の欲求ユニット101A～101Cの強度が変化する

ことになり、自然な本能を有するペットロボット 5 1 を実現している。

図 1 5において感情・本能モデル部 9 1 は、後段の行動決定機構部 9 2 からペットロボット 5 1 自身の現在又は過去の行動、例えば「長時間歩いた」などの行動の内容を示す行動情報 D 7 が供給されており、同一の状態認識情報 D 5 が与えられても、当該行動情報 D 7 が示すペットロボット 5 1 の行動に応じて異なる感情・本能状態情報 D 6 を生成するようになされている。

具体的には図 1 5 に示すように、感情・本能モデル部 9 1 は、各情動ユニット 1 0 0 A～1 0 0 C の前段に、ペットロボット 5 1 の行動を示す行動情報 D 7 と状態認識情報 D 5 とを基に各情動ユニット 1 0 0 A～1 0 0 C の強度を増減させるための強度情報 D 8 A～D 8 C を生成する強度増減関数 1 0 5 A～1 0 5 C をそれぞれ設け、当該強度増減関数 1 0 5 A～1 0 5 C から出力される強度情報 D 8 A～D 8 C に応じて各情動ユニット 1 0 0 A～1 0 0 C の強度をそれぞれ増減させる。

例えば感情・本能モデル部 9 1 は、ユーザに挨拶したときに頭を撫でられれば、すなわちユーザに挨拶したという行動情報 D 7 と頭を撫でられたという状態認識情報 D 5 とが強度増減関数 1 0 5 A に与えられると、「うれしさ」情動ユニット 1 0 0 A の強度を増加させる一方、何らかの仕事を実行中に頭を撫でられても、すなわち仕事を実行中であるという行動情報 D 7 と頭を撫でられたという状態認識情報 D 5 とが強度増減関数 1 0 5 A に与えられても、「うれしさ」情動ユニット 1 0 0 A の強度を変化させない。

このように感情・本能モデル部 9 1 は、状態認識情報 D 5 だけでなく現在又は過去のペットロボット 5 1 の行動を示す行動情報 D 7 も参照しながら各情動ユニット 1 0 0 A～1 0 0 C の強度を決定することにより、例えば何らかのタスクを実行中にいたずらするつもりで頭を撫でたとき、「うれしさ」情動ユニット 1 0 0 A の強度を増加させるような不自然な本能を起こさせることを回避することができる。

因みに、感情・本能モデル部 9 1 は、欲求ユニット 1 0 1 A～1 0 1 C の場合

も同様にして、供給される状態認識情報D 5 及び行動情報D 7に基づいて各欲求ユニット101A～101Cの強度をそれぞれ増減させるようになされている。

以上、述べたように強度増減関数105A～105Cは、状態認識情報D 5 及び行動情報D 7が入力されると、予め設定されているパラメータに応じて強度情報D 8 A～D 8 Cを生成して出力するような関数であり、当該パラメータをペットロボット51毎に異なる値に設定することにより、例えば怒りっぽいペットロボット51や明るい性格のペットロボット51のように、当該ペットロボット51に個性を持たせることができる。

図12において、行動決定機構部92は、状態認識情報D 5 及び感情・本能状態情報D 6に基づいて次の行動を決定し、当該決定した行動の内容を行動決定情報D 9として姿勢遷移機構部93に送出する。

具体的には図16に示すように、行動決定機構部92は、過去に供給された状態認識情報D 5 の履歴を動作状態（以下、これをステートと呼ぶ）で表し、現在供給された状態認識情報D 5 とそのときのステートとに基づいて当該ステートを別のステートに遷移させることにより、次の行動を決定するような有限個のステートを有する有限オートマトン110と呼ばれるアルゴリズムを用いている。このように行動決定機構部92は、状態認識情報D 5 が供給される毎にステートを遷移させ、当該遷移したステートに応じて行動を決定することにより、現在の状態認識情報D 5 だけでなく過去の状態認識情報D 5 も参照して行動を決定している。

従って、例えば「ボールを追いかけている」というステートST1において、「ボールが見えなくなった」という状態認識情報D 5 が供給されると、「立っている」というステートST5に遷移する一方、「寝ている」というステートST2において、「起きろ」という状態認識情報D 5 が供給されると、「立っている」というステートST4に遷移する。このようにこれらステートST4及びステートST5は、行動は同一であっても過去の状態認識情報D 5 の履歴が異なっていることから、ステートも異なっていることが分かる。

実際上、行動決定機構部 9 2 は、所定のトリガーがあったことを検出すると、現在のステートを次のステートに遷移させる。トリガーの具体例としては、例えば現在のステートの行動を実行している時間が一定値に達した、又は特定の状態認識情報 D 5 、又は感情・本能モデル部 9 1 から供給される感情・本能状態情報 D 6 が示す情動ユニット 100A～100C 及び欲求ユニット 101A～101C の強度のうち、所望のユニットの強度が所定の閾値を超えたこと等が挙げられる。

その際、行動決定機構部 9 2 は、感情・本能モデル部 9 1 から供給された感情・本能状態情報 D 6 が示す情動ユニット 100A～100C 及び欲求ユニット 101A～101C の強度のうち、所望のユニットの強度が所定の閾値を超えているか否かに基づいて遷移先のステートを選択する。これにより行動決定機構部 9 2 は、例えば同一の状態認識情報 D 5 が入力されても、情動ユニット 100A～100C 及び欲求ユニット 101A～101C の強度に応じて異なるステートに遷移するようになされている。

従って行動決定機構部 9 2 は、供給される状態認識情報 D 5 を基に例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ感情・本能状態情報 D 6 を基に「怒り」情動ユニット 100C の強度が所定の閾値以下であることを検出し、かつ状態認識情報 D 5 を基にバッテリ電圧が所定の閾値以上である（すなわち「お腹がすいていない」）ことを検出すると、目の前に手のひらが差し出されたことに応じて「おて」の動作を行わせるための行動決定情報 D 9 を生成し、これを姿勢遷移機構部 9 3 に送出する。

また行動決定機構部 9 2 は、例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ「怒り」情動ユニット 100C の強度が所定の閾値以下であり、かつ「お腹がすいている」すなわちバッテリ電圧が所定の閾値未満であることを検出すると、「手のひらをペロペロとなめる」ような動作を行わせるための行動決定情報 D 9 を生成し、これを姿勢遷移機構部 9 3 に送出する。

さらに行動決定機構部 9 2 は、例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ「

「怒り」情動ユニット 100C の強度が所定の閾値以上であることを検出すると、「お腹がすい／ない／ない／ない」すなわちバッテリ電圧が所定の閾値以上であるか否かにかかわらず、「ブイと横を向く」ような動作を行わせるための行動決定情報 D9 を生成し、これを姿勢遷移機構部 93 に送出する。

ところで行動決定機構部 92 は、感情・本能モデル部 91 から供給された感情・本能状態情報 D6 が示す情動ユニット 100A～100C 及び欲求ユニット 101A～101C の強度のうち所望のユニットの強度に基づいて、遷移先のステートで行われる行動のパラメータ、例えば歩行の速度、手足を動かす際の動きの大きさや速度、音を出す際の音の高さや大きさなどを決定し、当該行動のパラメータに応じた行動決定情報 D9 を生成して姿勢遷移機構部 93 に送出するようになされている。

因みに、センサ入力処理部 90 から与えられる状態認識情報 D5 は感情・本能モデル部 91 及び行動決定機構部 92 に入力されるタイミングに応じて情報の内容が異なるため、感情・本能モデル部 91 と共に行動決定機構部 92 にも入力されるようになされている。

例えばコントローラ 70 は、「頭を撫でられた」という状態認識情報 D5 が供給されると、感情・本能モデル部 91 によって「うれしい」という感情・本能状態情報 D6 を生成し、当該感情・本能状態情報 D6 を行動決定機構部 92 に供給するが、この状態において、「手が目の前にある」という状態認識情報 D5 が供給されると、行動決定機構部 42 において上述の「うれしい」という感情・本能状態情報 D6 と「手が目の前にある」という状態認識情報 D5 とにに基づいて「喜んでお手をする」という行動決定情報 D9 を生成させ、これを姿勢遷移機構部 43 に送出させるようになされている。

図 12において、姿勢遷移機構部 93 は、行動決定機構部 92 から供給される行動決定情報 D9 に基づいて現在の姿勢から次の姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報 D10 を生成し、これを制御機構部 94 に送出する。この場合、現在の姿勢から次に遷移可能な姿勢は、例えば胴体や手や足の形状、重さ、各部の結合状

態のようなペットロボット51の物理的形状と、例えば関節が曲がる方向や角度のようなアクチュエータ $54AA_1 \sim 56A_M$ の機構とによって決定される。

ところでこのような遷移可能な姿勢は、現在の姿勢から直接遷移可能な姿勢と直接には遷移できない姿勢とに分類される。例えば4本足のペットロボット51は、手足を大きく投げ出して寝転んでいる状態から伏せた状態へ直接遷移することはできるが、立った状態へ直接遷移することはできず、一旦手足を胴体近くに引き寄せて伏せた姿勢になり、それから立ち上がるという2段階の動作が必要である。また安全に実行できない姿勢も存在する。例えば4本足のペットロボットは、立っている姿勢で両前足を挙げてバンザイをしようとする、簡単に転倒してしまう場合である。

従って姿勢遷移機構部93は、遷移可能な姿勢を予め登録しておき、行動決定機構部92から供給された行動決定情報D9が直接遷移可能な姿勢を示す場合には、当該行動決定情報D9をそのまま姿勢遷移情報D10として制御機構部94に送出する一方、直接遷移不可能な姿勢を示す場合には、遷移可能な他の姿勢に一旦遷移した後に目的の姿勢まで遷移させるような姿勢遷移情報D10を生成して制御機構部94に送出する。これによりペットロボット51は、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする事態や転倒するような事態を回避することができる。

具体的には姿勢遷移機構部93は、ペットロボット51がとり得る姿勢を予め登録すると共に、遷移可能な2つの姿勢の間を記録しておくようになされている。

例えば図17に示すように、姿勢遷移機構部93は、ペットロボット51がとり得る姿勢をノードNODE₁～NODE₅として表現し、遷移可能な2つの姿勢の間すなわちノードNODE₁～NODE₅間を有向アーカARC₁～ARC₁₀で結合した有向グラフ111と呼ばれるアルゴリズムを用いている。

姿勢遷移機構部93は、行動決定機構部92から行動決定情報D9が供給されると、現在の姿勢に対応したノードNODE₁～NODE₅と、行動決定情報D

9 が示す次に取るべき姿勢に対応するノード NODE₁ ~ NODE₅ とを結ぶよう、有向アーカー ARC₁ ~ ARC₁₀ の向きに従いながら現在のノード NODE₁ ~ NODE₅ から次のノード NODE₁ ~ NODE₅ に至る経路を探索し、当該探索した経路上にあるノード NODE₁ ~ NODE₅ を順番に記録することにより、姿勢遷移の計画を行うようになされている。これによりペットロボット 5 1 は、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする事態や転倒するような事態を回避しながら、行動決定機構部 9 2 から指示された行動を実現することができる。

姿勢遷移機構部 9 3 は、例えば現在の姿勢が「ふせる」という姿勢を示すノード NODE₂ にある場合、「すわれ」という行動決定情報 D 9 が供給されると、「ふせる」という姿勢を示すノード NODE₂ から「すわる」という姿勢を示すノード NODE₅ へ直接遷移可能であることを利用して、「すわれ」という姿勢遷移情報 D 1 0 を制御機構部 9 4 に与える。

これに対して姿勢遷移機構部 9 3 は、「歩け」という行動決定情報 D 9 が供給されると、「ふせる」というノード NODE₂ から「あるく」というノード NODE₄ に至る経路を探索することにより姿勢遷移計画を行い、その結果、「たて」という指示を出した後に「歩け」という指示を出すような姿勢遷移情報 D 1 0 を生成して制御機構部 9 4 に送出する。

図 1 2において制御機構部 9 4 は、姿勢遷移情報 D 1 0 を基にアクチュエータ 5 4 AA₁ ~ 5 6 AA_M を駆動させるための制御信号 S 2 0 を生成し、これをアクチュエータ 5 4 AA₁ ~ 5 6 AA_M に送出して当該アクチュエータ 5 4 AA₁ ~ 5 6 AA_M を駆動させることにより、ペットロボット 5 1 に所望の動作を行わせるようになされている。

(2-4) 外装装着処理手順 R T 1

実際にこのペットロボット 5 1 内のコントローラ 7 0 は、外装ユニット 5 2 が装着されると、図 1 1 に示す外装装着処理手順 R T 1 をステップ S P 0 において開始し、続くステップ S P 1 において、胴体部ユニット 5 3 における本体側イン

タフェース部 5 8 内の結合センサ 8 0 の検出状態を監視しながら、ステップ S P 2 に進んで、外装ユニット 5 2 内の外装側インタフェース部 6 0 が電気的及び構造的に接続されたか否かを、当該結合センサ 8 0 の検出結果に基づいて判断する。

このステップ S P 2において、コントローラ 7 0 は、肯定結果が得られるのを待った後、ステップ S P 3 に進んで、外装ユニット 5 2 における外装側インタフェース部 6 0 内の情報記憶部 8 1 から外装設定情報 D 1 を読み出して、ステップ S P 4 において当該外装設定情報 D 1 に含まれる暗号化情報を解読する。

続いてコントローラ 7 0 は、ステップ S P 5 において、外装設定情報 D 1 に含まれる外装番号を抽出した後、ステップ S P 6 に進んで、胴体部ユニット 5 3 内の情報讀取部 7 5 から当該外装番号に対応するパフォーマンス情報 D 2 を読み出す。

次いでコントローラ 7 0 は、ステップ S P 7 に進んで、情報讀取部 7 5 から読み出したパフォーマンス情報 D 2 に含まれる暗号化情報を解読した後、ステップ S P 8 において、上述したステップ S P 4 及びステップ S P 7 の両方の解読結果に基づいて、ペットロボット 5 1 に装着された外装ユニット 5 2 が正規品であるか否かを判断する。

このステップ S P 8 において肯定結果が得られると、このことは外装ユニット 5 2 がペットロボット 5 1 に対して装着する外装として正規に認証されたものであることを意味し、このときコントローラ 7 0 は、ステップ S P 9 に進んで、ユーザの働きかけに基づくタッチセンサ 7 8 のオン／オフ状態を監視しながら、「撫でる」又は「叩く」といった動作が行われたときのみステップ S P 1 0 に進む。

このステップ S P 1 0 において、コントローラ 7 0 は、「撫でられた」又は「叩かれた」といった感情（図 1 3 について上述した情動ユニット 1 0 0 A～1 0 0 C）の強度を累積的に組み合わせることにより、現在の感情の状態を決定する。

この後コントローラ70は、ステップS P 1 1に進んで、現在の感情の状態に応じて次の行動内容及び音声内容を決定した後、ステップS P 1 2において、外装ユニット52の種類（すなわち外装番号）に応じたパフォーマンス情報D2の中から、当該決定した行動内容及び音声内容に合致する行動内容及び音声内容を選択した後、ステップS P 1 3に進む。

これに対してステップS P 8において否定結果が得られると、このことは外装ユニット52がペットロボット51に対して装着する外装として正規に認証されなかつたものであることを表しており、このときコントローラ70は、ステップS P 1 4に進んで、不正外装である旨を表す音声信号を読み出して、当該音声信号に基づく音声をスピーカ79を介して出力させた後、ステップS P 1 3に進む。

このステップS P 1 3において、コントローラ70は、本体側インターフェース部58内の結合センサ80の検出状態を監視しながら、ステップS P 1 5に進んで、外装ユニット52内の外装側インターフェース部60が電気的及び構造的に接続されているか否かを、当該結合センサ80の検出結果に基づいて判断する。

このステップS P 1 4において肯定結果が得られたとき、コントローラ70は、上述したステップS P 1 2における外装ユニット52に応じた個性ある行動内容及び音声内容でペットロボット51を自律的に動作させながら、そのままステップS P 1 6に進んで当該外装装着処理手順R T 1を終了する。

これに対してステップS P 1 5において否定結果が得られたとき、このことはユーザによって外装ユニット52がペットロボット51から外されたか、又はユーザの意志にかかわらず何らかの外因によって外装ユニット53の外装側インターフェース部60とペットロボット51の本体側インターフェース部58との接続が外れたかのいずれかであることを表しており、このときコントローラ70は、再度ステップS P 1に戻って上述と同様に処理を繰り返す。

（2－5）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このペットロボットシステム50では、ユーザが所望の

外装ユニット52をペットロボット51に装着する際、まず外装ユニット52の外装側インタフェース部60を、胴体部ユニット53の本体側インタフェース部58と電気的及び構造的に接続する。

続いて外装ユニット52内の情報記憶部81に記憶されている外装設定情報D1に基づいて、当該外装ユニット52が正規品であるか否かを判断し、肯定結果が得られたときには、胴体部ユニット53内の情報読取部75から当該外装設定情報D1に対応するパフォーマンス情報D2を読み出す。

この結果、ペットロボット51では、自律的な行動を行っている最中に、ユーザの働きかけや外部から何らかの刺激が与えられたとき、ペットロボット51の感情及び又は本能の状態をパフォーマンス情報D2に基づいて決定される所定の変化状態で個性的に変化させることができる。

例えば、外装ユニット52が猛獣や爬虫類のような攻撃的な外観を呈している場合には、通常よりも「怒り」の情動の強度が増大する度合いが早くなる一方、外装ユニット52が愛玩用ぬいぐるみのような愛らしい外観を呈する場合には、通常よりも「うれしさ」の情動の強度が増大する度合いが早くなる。

この結果、ペットロボット51では、ユーザによって頭を撫でられたとき、攻撃的な外観を呈する外装ユニット52の場合には「嫌なこと」と認識してこれに応じた感情表現を行わせることができる一方、愛らしい外観を呈する外装ユニット52の場合には「楽しいこと」と認識してこれに応じた感情表現を行わせることができる。

また外装ユニット52の質量が比較的重い場合、通常よりも「食欲」の欲求の強度が増大する度合いが早くなり、及び又は通常よりも「運動欲」の欲求の強度が増大する度合いが遅くなる。一方、外装ユニット52の質量が比較的軽い場合、通常よりも「食欲」の欲求の強度が増大する度合いが遅くなり、及び又は通常よりも「運動欲」の欲求の強度が増大する度合いが早くなる。

この結果、ペットロボット51では、比較的質量が重い外装ユニット52の場合には、バッテリ71の残量変化が通常よりも早いことを考慮して、当該バッテ

リ 7 1 の充電欲をアピールするような行動を実行することにより、あたかも本物の動物のように食欲を促している様子をユーザに伝えることができる。これと共に又はこれに代えて、バッテリ 7 1 の残量変化に応じて運動量を低減させることにより、バッテリ 7 1 の残量が減少するに連れて運動量の少ない行動をとらせることができる。

さらにこのペットロボット 5 1 では、外装ユニット 5 2 内の情報記憶部 8 1 に記憶しておく外装設定情報 D 1 に暗号化情報を含ませておき、当該暗号化情報に基づいて、ペットロボット 5 1 に装着された外装ユニット 5 2 が正規品であるか否かを判断するようにしたことにより、第三者が不当に用意した外装ユニット 5 2 の使用を排除することができるといった防犯性を確保することができる。

以上の構成によれば、外装ユニット 5 2 内に当該外装ユニット 5 2 に関する外装設定情報 D 1 が記憶された情報記憶部 8 1 を設けておき、当該外装ユニット 5 2 をペットロボット 5 1 に装着した際に、胴体部ユニット 5 3 内の情報読取部 7 5 に記憶されている外装ユニット 5 2 の種類ごとに設定されたパフォーマンス情報 D 2 の中から、当該外装設定情報 D 1 に応じたパフォーマンス情報 D 2 を選択的に読み出して、ペットロボット 5 1 の感情及び本能の状態を当該パフォーマンス情報 D 2 に基づいて決定された所定の変化状態で変化させるようにしたことで、ペットロボット 5 1 の実際の動作及び行動が個性的となるように反映させないようにしたことができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るペットロボットシステムを実現することができる。

(2-6) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を、図 8 のように構成された 4 足歩行型のペットロボット 5 1 を基本構成としたロボットシステム 5 0 に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、所定動作（歩行、光、音など）を発現するロボット装置であれば、この他種々の構成のロボット装置に広く適用することができる。

また上述の実施の形態においては、ロボット装置に着脱自在に装着される外装

として、図 8 に示すように、あたかも本物の犬の表皮と同様の形態を合成纖維から形成した外装本体部 52A からなる外装ユニット 52 を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、他の動物（猫、狸、馬、猿、人間など）の表皮と同様の形態を各種材料（毛皮、織物、陶器、合成樹脂、金属など）から形成するようにしても良い。

さらに外装ユニット 52 を構成する外装本体部 52A として、動物の表皮と同様の形態からなる合成纖維を一体成形してなる外装本体部 52A を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば図 26 に示すように、ペットロボット 51 の各部位に応じた金属製の外装部品 137 をそれぞれ別個に設けるようにしても良い。この場合、複数の外装部品 137 は、頭部部品 137A、胴体部品 137B、脚部部品 137C 及び脛部部品 137D からなり、このうち胴体部品 137B には上述した外装側インターフェース部 60 が設けられている。なお外装部品 137 を形成する材料としては、金属以外にも各種材料（合成纖維、毛皮、織物、陶器、合成樹脂など）を広く適用しても良い。

さらに上述の実施の形態においては、制御手段としてのペットロボット 51 の胴体部ユニット 53 内のコントローラ 70 が、外装ユニット 52 がペットロボット 51 に装着されたとき、当該外装ユニット 52 に割り当てられている外装設定情報（固有情報）D1 に基づいて、当該外装設定情報 D1 のうち外装番号に応じたパフォーマンス情報 D2 を決定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、外装設定情報 D1 に基づいて動作の発現パターンを必要に応じて変化させることができれば、この他種々の構成からなる制御手段を適用しても良い。

また外装設定情報 D1 としては、外装番号や製造許可を表す情報を適用した場合について述べたが、外装ユニットの種類、形状、材質、質量分布、硬度及び熱伝導率等に関する情報や、当該外装ユニットの個性、動作及び行動に関する情報などを含めるようにしても良い。この場合、制御手段としてのペットロボット 51 の胴体部ユニット 53 内のコントローラ 70 は、情報読取部（情報読取手段）

75を介して読み出した外装設定情報D1のみに基づいてペットロボット51の行動を決定した後、当該決定に対応して必要なアクチュエータ54AA₁～56AMを駆動し、必要に応じてスピーカ79から音声を出力するようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、固有情報として外装番号を格納することにより個性をもたせるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外装の種類（例えばカンガルー、熊、うさぎ等な外装形態）に応じて、外装が表現する動物の種類に応じた歩行パターン、行動パターン及び動作内容等（例えば、カンガルーの場合にはピョンピョン跳ね、熊の場合にはノソノソと歩む）を規定する番号やパラメータを固有情報として格納しておくようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、外装がロボット装置に装着されたとき、外装及びロボット装置間を電気的及び構造的に接続する手段として、外装ユニット52内に設けられた外装側インターフェース部60と、ペットロボット51内に設けられた本体側インターフェース部58とを適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、外装ユニット52の種類ごとに個性をもたせると共に、互いに分離自在に接続することができれば、この他種々の構成の手段を広く適用しても良い。

この場合、上述の実施の形態では、外装ユニット52内に情報保持手段（メモリ）としての情報記憶部81を設けておき、当該情報記憶部81に外装ユニット3に応じた固有情報を記憶するようにしたが、本発明はこれに限らず、外装ユニット52には情報記憶部81を設けることなく、ペットロボット51との接続部位に固有情報に対応する特徴物（マーク、バーコード、所定の凹凸パターン、特殊形状の突出端など）を設け、ペットロボット51の接続部位で特徴物を読み取って固有情報を認識するようにしても良い。また記憶手段としては、固有情報を記憶する不揮発性メモリ以外にも、抵抗等の受動素子や磁気を用いて固有情報を記憶したり、発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）の発光パターンを固有情報とするようにしても良い。

また外装ユニット52とペットロボット51との接続状態を、外装側インタフェース部60の接続部59と本体側インタフェース部58の接続部57との間で、コネクタ半体57A、59A同士及び掛合機構部57B、59B同士を繋げるよう構成しておき、本体側インタフェース部58の接続部57内の結合センサ80が、外装側インタフェース部60の接続部59と本体側インタフェース部58の接続部57内の負荷抵抗R2を介して得られる電圧値に基づいて、接続状態を検出するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外装ユニット52とペットロボット51との接続状態を検出する方法としてはこの他種々の検出方法を広く適用することができる。

例えば、本体側インタフェース部58の接続部57又は外装側インタフェース部60の接続部59のいずれかに距離検出部（図示せず）を設け、コントローラ70が当該距離検出部の検出結果として得られる距離情報の変化に基づいて接続部57、59間の接続状態を検出するようにしても良く、又は本体側インタフェース部58の接続部57に光量検出部（図示せず）を設け、コントローラ70が当該光量検出部の検出結果として得られる光量変化に基づいて接続部57、59間の接続状態を検出するようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、情報検出手段としてのペットロボット51の胴体部ユニット53内のコントローラ70が、外装ユニット52から与えられる外装設定情報D1（固有情報）に基づいて、当該外装ユニット52の種類に応じたパフォーマンス情報D2を決定した後、当該パフォーマンス情報D2に基づいてペットロボット51の行動を決定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外装設定情報D1のうちの形状情報を判断して、ペットロボット51の各部位が外装ユニットによって干渉されないように動作させるようにしても良く、また外装設定情報D1のうちの質量分布を判断して、ペットロボット51をバランス良く動作させるようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、図18に示す外装装着処理手順RT1において外装ユニット52の外装側インタフェース部60がペットロボット51の

胴体部ユニット 5 3 内の本体側インターフェース部 5 8 と接続されなかった場合には、外装ユニット 5 2 ごとに割り当てられた外装設定情報 D 1 の内容をパフォーマンス情報 D 2 に反映させないようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外装ユニット 5 2 の外装側インターフェース部 6 0 がペットロボット 5 1 の胴体部ユニット 5 3 内の本体側インターフェース部 5 8 と接続されなかった場合には、ペットロボット 5 1 の行動及び動作の一部又は全部を制限するようにしても良い。

さらに上述の実施の形態においては、ペットロボット 5 1 の胴体部ユニット 5 3 内のコントローラ 7 0 において、情報読取手段としての情報読取部 7 5 が、外部から挿入された記録媒体（図示せず）からパフォーマンス情報 D 2 を読み出してコントローラ 7 0 に送出するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情報読取手段として受信装置を用い、外部から発信されるパフォーマンス情報 D 2 を受信してダウンロードするようにしても良い。

（3）第 3 の実施の形態

（3－1）本実施の形態によるロボットシステム 1 2 0 の構成

図 8 との対応部分に同一符号を付して示す図 1 9 は第 3 の実施の形態によるペットロボットシステム 1 2 0 を示し、ペットロボット 1 2 1 がユーザからの働きかけやサウンドコマンドを用いた指令などの操作入力の履歴と、自己の行動及び動作履歴とに応じて、あたかも本物の動物が「成長」するかのごとく行動及び動作を変化させる機能が搭載されている点を除いてペットロボットシステム 5 0 （図 8）と同様に構成されている。

すなわちこのペットロボットシステム 1 2 0 の場合、ペットロボット 1 2 1 には、成長過程として「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の 4 つの「成長段階」が設けられている。そしてコントローラ 1 2 2 （図 1 0）のメモリ 1 2 2 A （図 1 9）には、これら各「成長段階」ごとに、「歩行状態」、「モーション（動き）」、「行動」及び「サウンド（鳴き声）」の 4 つの項目に関する行動及び動作の基礎となる各種制御パラメータ及び制御プログラムからなる行動及び動作

モデルが予め格納されている。

そしてコントローラ122は、初期時には「幼年期」の行動及び動作モデルに従って、例えば「歩行状態」については歩幅を小さくするなどして「よちよち歩き」となるように、「モーション」については単に「歩く」、「立つ」、「寝る」程度の「単純」な動きとなるように、「行動」については同じ行動を繰り返し行うようにするなどして「单调」な行動となるように、また「サウンド」については音声信号S16の増幅率を低下させるなどして「小さく短い」鳴き声となるように、各アクチュエータ $54AA_1 \sim 56A_M$ び音声出力を制御する。

またこの際コントローラ122は、サウンドコマンダを用いた指令入力と、「撫でる」及び「叩く」に該当するタッチセンサ78を介してのセンサ入力及び決められた行動及び動作の成功回数などでなる強化学習と、「撫でる」及び「叩く」に該当しないタッチセンサ78を介してのセンサ入力と、「ボールで遊ぶ」などの所定の行動及び動作となどの予め決められた「成長」に関する複数の要素（以下、これらを成長要素と呼ぶ）について、その発生を常時監視してカウントする。

そしてコントローラ122は、これら成長要素の累積度数に基づいて、各成長要素の累積度数の合計値（以下、これを成長要素の総合経験値と呼ぶ）が予め設定された閾値を越えると、使用する行動及び動作モデルを「幼年期」の行動及び動作モデルよりも成長レベル（行動や動作の難易度や煩雑さなどのレベル）が高い「少年期」の行動及び動作モデルに変更する。

そしてコントローラ122は、この後この「少年期」の行動及び動作モデルに従って、例えば「歩行状態」については各アクチュエータ $54AA_1 \sim 56A_M$ 回転速度を速くするなどして「少しほはしっかり」と歩くように、「モーション」については動きの数を増加させるなどして「少しほは高度かつ複雑」な動きとなるように、「行動」については前の行動を参照して次の行動を決定するようになるなどして「少しほは目的」をもった行動となるように、また「サウンド」については音声信号S16の長さを延ばしかつ増幅率を上げるなどして「少しほは長く大き

い」鳴き声となるように、各アクチュエータ 5 4 A A₁ ～ 5 6 A_M スピーカ 7 9 からの音声出力を制御する。

さらにコントローラ 1 2 2 は、この後これと同様にして、成長要素の総合経験値が「青年期」や「成人期」にそれぞれ対応させて予め設定された各閾値を越えるごとに、行動及び動作モデルをより成長レベルの高い「青年期」又は「成人期」の行動及び動作モデルに順次変更し、当該行動及び動作モデルに従って各アクチュエータ 5 4 A A₁ ～ 5 6 A_M の回転速度やスピーカ 7 9 に与える音声信号 S 1 6 の長さや増幅率を徐々に上げたり、1つの動作を行う際の各アクチュエータ 5 4 A A₁ ～ 5 6 A_M の回転量などを変化させる。

この結果ペットロボット 1 2 1 は、「成長段階」が上がる（すなわち「幼年期」から「少年期」、「少年期」から「青年期」、「青年期」から「成人期」に変化する）に従って、「歩行状態」が「よちよち歩き」から「しっかりした歩き」に、「モーション」が「単純」から「高度・複雑」に、「行動」が「単調」から「目的をもって行動」に、かつ「サウンド」が「小さく短い」から「長く大きい」に段階的に変化する。

このようにしてこのペットロボット 1 2 2においては、外部からの入力や自己の行動及び動作の履歴に応じて、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の4段階で「成長」するようになされている。

なおこの実施の形態の場合、図 2 0 に示すように、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の各「成長段階」について、それぞれ複数の行動及び動作モデルが用意されている。

実際に例えば「少年期」の行動及び動作モデルとして、動きが雑で速い「荒々しい」性格の行動及び動作を行う行動及び動作モデル（C h i l d 1）と、これよりも動きが滑らかで遅い「おっとり」とした性格の行動及び動作を行う行動及び動作モデル（C h i l d 2）とが設けられている。

また「青年期」の行動及び動作モデルとして、「少年期」の「荒々しい」性格よりもより動きが雑で速い「いらいら」した性格の行動及び動作を行う行動及び

動作モデル（Y o u n g 1）と、これよりも動きが遅くかつ滑らかな「普通」の性格の行動を行う行動及び動作モデル（Y o u n g 2）と、これよりも一層動作が遅く、かつ行動量が少ない「おっとり」した性格の行動及び動作を行う行動及び動作モデル（Y o u n g 3）とが設けられている。

さらに「成人期」の行動及び動作モデルとして、それぞれ「青年期」の「いらっしゃ」とした性格よりも動きが雑で速く、かつユーザからの指令に応じた動きを行い難い「攻撃的」な性格の行動及び動作を行う行動及び動作モデル（A d u l t 1）と、これよりも動きが滑らかで遅く、かつユーザからの指令に応じた動きを行い易い「少し荒々しい」性格の行動及び動作を行う行動及び動作モデル（A d u l t 2）と、これによりも動きが滑らかで遅く、行動量が少く、かつユーザからの指令に応じた動きを必ず行う「少しおとなしい」性格の行動及び動作を行う行動及び動作モデル（A d u l t 3）と、これによりもさらに一層動きが遅く、行動量が少なく、かつユーザからの指令に応じた動きを必ず行う「おとなしい」性格の行動又は動作を行う行動及び動作モデル（A d u l t 4）とが設けられている。

そしてコントローラ122は、「成長段階」を上げる際、各成長要素の累積度数に基づいて次の「成長段階」内の各行動及び動作モデルのなかから1つの行動及び又は動作モデルを選択して、使用する行動及び動作モデルを当該選択した行動及び動作モデルに変更するようになされている。

この場合「少年期」以降では、次の「成長段階」に移る際、現在の「成長段階」の行動及び動作モデルから遷移できる次の「成長段階」の行動及び動作モデルは決まっており、図20において矢印で結ばれた行動及び動作モデル間の遷移しかできない。従って例えば「少年期」において「荒々しい」行動及び動作を行う行動及び動作モデル（C h i l d 1）が選択されている場合には、「青年期」において「おっとり」と行動及び動作を行う行動及び動作モデル（Y o u n g 3）に遷移することができない。

このようにこのペットロボット121においては、あたかも本物の動物が飼い

主の飼育の仕方等によって性格を形成してゆくかのごとく、ユーザからの働きかけ及び指令の入力履歴や自己の行動履歴に応じて、「成長」に伴って「性格」をも変化させるようになされている。

(3-2) コントローラ 1 2 2 の処理

ここでこのようなペットロボット 1 2 1 の行動生成に関するコントローラ 1 2 2 の処理について説明する。

図 1 2 との対応部分に同一符号を付した図 2 1 に示すように、ペットロボット 1 2 1 の行動生成に関するコントローラ 1 2 2 の処理の内容を機能的に分類すると、特定の状態を認識するセンサ入力処理部 1 3 0 と、当該センサ入力処理部 1 3 0 の認識結果等に基づいてそのときのペットロボット 1 2 1 の感情及び本能の状態を表現する感情・本能モデル部 1 3 1 と、センサ入力処理部 1 3 0 の認識結果等に基づいて続く行動を決定する行動決定機構部 1 3 2 と、当該行動決定機構部 1 3 2 の決定結果に基づいて実際にペットロボット 1 2 1 に行動を発現させる行動生成機構部 1 3 3 と、このペットロボット 1 2 1 の「成長段階」を制御する成長段階制御機構部 1 3 3 とに分けることができる。

この場合センサ入力処理部は、マイクロホン 7 6、CCD カメラ 7 7、タッチセンサ 7 8、バッテリセンサ 7 2 及び熱センサから与えられる音声信号 S 1 0、画像信号 S 1 1、圧力検出信号 S 1 2、バッテリ残量検出信号 S 1 3 及び熱検出信号 S 1 4 に基づいて、周囲及び自己の状態や、ユーザからの特定の働きかけ及びユーザからの指示の有無を検出及び認識すると共に、本体側インターフェース部 5 8 内の結合センサ 8 0 から与えられる外装検出信号 S 1 5、外装側インターフェース部 6 0 内の情報記憶部 8 1 から読み出された外装設定情報 D 1 及び胴体部ユニット 5 3 内の情報読取部 7 5 から読み出したパフォーマンス情報 D 2 に基づいて、外装ユニット 5 2 の装着の有無及び当該外装ユニット 5 2 に設定された種々の設定情報を認識し、これらの認識結果を状態認識情報 D 2 0 として感情・本能モデル部 1 3 1 及び行動決定機構部 1 3 2 に通知する。

また感情・本能モデル部 1 3 1 は、図 1 2 について上述した第 2 の実施の形態

における感情・本能モデル部 9 1 と同様にして、そのときのペットロボット 1 2 1 の感情や本能を決定し、決定した感情及び本能の状態を感情・本能状態情報 D 2 1 として行動決定機構部 1 3 2 に送出する。

行動決定機構部 1 3 2 は、状態認識機構部 1 3 0 から状態認識情報 D 2 0 が与えられたときや、現在の行動に移ってから一定時間経過したときなどに、感情・本能モデル部 1 3 1 から与えられる感情・本能状態情報 D 2 1 や、メモリ 1 2 2 A に格納されている各行動及び動作モデルの「行動」についての制御パラメータのうち、成長段階制御機構部 1 3 4 により予め指定された行動及び動作モデルの「行動」についての制御パラメータなどに基づいて「立つ」、「寝る」、「歩く」などの次の行動を決定する。

具体的に行動決定機構部 1 3 2 は、次の行動を決定する手法として、図 2 2 に示すように、状態をノード NODE₀' ~ NODE_n' として表現し、1 つのノード NODE₀' から他のどのノード NODE₁' ~ NODE_n' に遷移するかを、各ノード NODE₀' ~ NODE_n' 間を接続するアーケ ARC₁' ~ ARC_n' に対してそれぞれ設定された遷移確率 P₁' ~ P_n' に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

そしてこの各アーケ ARC₁' ~ ARC_n' に対する遷移確率 P₁' ~ P_n' が、各「成長段階」の各行動及び動作モデルごとに、それぞれ「行動」に関する制御パラメータとして予め設定されてメモリ 1 2 2 A に格納されている。

そして行動決定機構部 1 3 2 は、例えば状態認識機構部 1 3 0 から状態認識情報 D 2 0 が与えられたときや、現在の状態（ノード NODE₀' ）に移ってから一定時間経過したときなどに、そのとき選択している行動及び動作モデルの「行動」に関する制御パラメータである各アーケ ARC₁' ~ ARC_n' に対する遷移確率 P₁' ~ P_n' に基づいて、確率オートマトンにより次の状態（ノード NODE₁' ~ NODE_n' ）を決定し、当該状態に遷移するための行動を行動決定情報 D 2 2 として感情・本能モデル部 1 3 1 、行動生成機構部 1 3 3 及び成長段階制御機構部 1 3 4 に通知する。

行動生成機構部 133 は、上述の各「成長段階」の各行動及び動作モデルにそれぞれ対応させて、各行動及び動作モデルにおける「歩行状態」、「モーション」及び「サウンド」についての各種制御パラメータ及び必要な制御プログラムをコントローラ 122 のメモリ 122A 内に有している。

そして行動生成機構部 133 は、行動決定機構部 132 から行動決定情報 D22 が与えられると、メモリ 122A に格納されているこれら行動及び動作モデルの「歩行状態」、「モーション」及び「サウンド」についての各種制御パラメータ及び必要な制御プログラムのうち、成長段階制御機構部 134 により予め指定された行動及び動作モデルの各種制御パラメータ及び必要な制御プログラムに基づいて、行動決定機構部 132 により決定された行動を実行するための具体的な行動計画を生成する。実際上この行動計画は、その行動を実行するのに必要な各アクチュエータ $54AA_1 \sim 56A_M$ をどの程度回転させれば良いかといった数値として算出される。

そして行動生成機構部 133 は、この駆動計画に基づいて必要なアクチュエータ $54AA_1 \sim 56A_M$ に対する制御信号 S20 を生成し、これら制御信号 S20 に基づいて対応するアクチュエータ $54AA_1 \sim 56A_M$ を駆動制御することにより、行動決定機構部 131 により決定された行動をペットロボット 121 に実行させる。

一方このとき状態認識機構部 130 は、マイクロホン 76、CCD カメラ 77、タッチセンサ 78、バッテリセンサ 72 及び熱センサ 73 からそれぞれ与えられる音声信号 S10、画像信号 S11、圧力検出信号 S12、バッテリ残量検出信号 S13 及び熱検出信号 S14 に基づいて、なんらかの状態を認識したときはこれを状態認識情報 D23 として成長段階制御機構部 134 に通知する。

なお状態認識機構部 130 から成長段階制御機構部 134 に通知されるなんらかの状態としては、上述のように行動決定機構部 132 に通知される特定の状態の他に、例えば「なでる」や「たたく」に該当しない程度のタッチセンサ 78 を介しての入力などがある。

また成長段階制御機構部 134 は、図 23 (A) に示すように、このように状態認識機構部 130 から与えられる状態認識情報 D23 に基づく各種状態のうち、「成長段階」を上げる際の参考要素とすべき上述の成長要素のリスト（以下、これを第 1 の成長要素リストと呼ぶ）135A と、これら成長要素の累積度数をそれぞれ計数するための図 23 (B) のようなカウンターテーブル（以下、これを第 1 の成長要素カウンターテーブルと呼ぶ）136A とをメモリ 122A 内に有している。

そして成長段階制御機構部 134 は、状態認識機構部 130 から状態認識情報 D23 が与えられると、当該状態認識情報 D23 に基づき得られる状態が成長要素か否かを第 1 の成長要素リスト 135A に基づいて判断し、当該状態が成長要素である場合には第 1 の成長要素カウンターテーブル 136A 内の対応するカウント値（経験値）を 1 つ増加させる。

さらに成長段階制御機構部 134 は、図 24 (A) に示すように、上述のように行動決定機構部 132 から与えられる行動決定情報 D22 に基づき得られる行動のうち、「成長段階」を上げる際の参考要素とすべき上述の成長要素のリスト（以下、これを第 2 の成長要素リストと呼ぶ）135B と、これら成長要素の累積度数をそれぞれ計数するための図 24 (B) のようなカウンターテーブル（以下、これを第 2 の成長要素カウンターテーブルと呼ぶ）136B とをメモリ 122A 内に有している。

そして成長段階制御機構部 134 は、行動決定機構部 132 から行動決定情報 D22 が与えられると、当該状態認識情報 D20 に基づき得られる行動が成長要素か否かを第 2 の成長要素リスト 135B に基づいて判断し、当該行動が成長要素である場合には第 2 の成長要素カウンターテーブル 136B 内の対応するカウント値（経験値）を 1 つ増加させる。

さらに成長段階制御機構部 134 は、上述のように第 1 又は第 2 の成長要素カウンターテーブル 136A、136B 内のカウント値を増加させたときには、第 1 及び第 2 の成長要素カウンターテーブル 136A、136B とは別に用意した「成

「成長段階」を上げるか否かを判定するためのカウンタ（以下、これを総合経験値カウンタと呼ぶ）のカウント値を1増加させ、この後当該総合経験値カウンタのカウント値が現在の「成長段階」の終了条件として予め設定されたカウント値に達したか否かを判断する。

そして成長段階制御機構部134は、総合経験値カウンタのカウント値が現在の「成長段階」の終了条件として予め設定されたカウント値に達した場合には、行動及び動作モデルを次の「成長段階」内のいずれの行動及び動作モデルに遷移させるかを第1及び第2の成長要素カウンターテーブル136A、136B内の各カウント値に基づいて決定し、決定結果を行動決定機構部132及び行動生成機構部133に通知する。なお成長段階制御機構部134は、初期時には「幼年期」の行動及び動作モデルを選択するような指示を行動決定機構部132及び行動生成機構部133に通知する。

この結果行動決定機構部132は、この成長段階制御機構部134からの通知に基づいて、指定された行動及び動作モデルの「行動」についての制御パラメータを選択し、これ以降はこの制御パラメータを用いて上述のように現在のペットロボット121の行動に対する次の行動を決定する。

また行動生成機構部132は、成長段階制御機構部134からの通知に基づいて、指定された行動及び動作モデルの「歩行状態」、「モーション」及び「サウンド」についての各種制御パラメータ及び必要な制御プログラムを選択し、これ以降はこの各種制御パラメータ及び必要な制御プログラムを用いて各アクチュエータ54AA₁～56A_Mや音声出力を駆動制御する。

このようにしてコントローラ122は、必要に応じて「成長段階」を上げながら、自律的に行動できるようにペットロボット121に行動を生成させる。

（3－3）成長段階制御処理手順R T 2

ここで成長段階制御機構部134は、図25に示す成長段階制御処理手順R T 2に従ってペットロボット121の「成長段階」を制御する。

すなわち成長段階制御機構部134は、この一番始めの電源投入後にこの成長

段階制御処理手順 R T 2 をステップ S P 2 0において開始し、続くステップ S P 2 1において状態認識機構部 1 3 0 から状態認識情報 D 2 3 が与えられたか否かを判断する。

成長段階制御機構部 1 3 4 は、このステップ S P 2 1において否定結果を得ると、ステップ S P 2 2 に進んで行動決定機構部 1 3 2 から行動決定情報 D 2 2 が与えられたか否かを判断する。また成長段階制御機構部 1 3 4 は、このステップ S P 2 2 において否定結果を得るとステップ S P 2 1 に戻り、この後ステップ S P 2 1 又はステップ S P 2 2 において肯定結果を得るまでステップ S P 2 1 – S P 2 2 – S P 2 1 のループを繰り返す。

そして成長段階制御機構部 1 3 4 は、やがてステップ S P 2 1 において肯定結果を得るとステップ S P 2 3 に進み、状態認識機構部 1 3 0 から与えられた状態認識情報 D 2 3 に基づき得られる状態が成長要素か否かを判断する。

そして成長段階制御機構部 1 3 4 は、このステップ S P 2 3 において否定結果を得るとステップ S P 2 1 に戻り、これに対して肯定結果を得るとステップ S P 2 4 に進んで第 1 の成長要素リスト 1 3 5 A の対応するカウント値と、総合経験値カウンタのカウント値とをそれぞれ 1 ずつ増加させる。

次いで成長段階制御機構部 1 3 4 は、ステップ S P 2 5 に進んで総合経験値カウンタのカウント値が現在の「成長段階」の終了条件として予め設定されたカウント値に達したか否かを判断する。

そして成長段階制御機構部 1 3 4 は、このステップ S P 2 5 において否定結果を得るとステップ S P 2 1 に戻り、これに対して肯定結果を得るとステップ S P 2 6 に進んで行動及び動作モデルを次の「成長段階」内のどの行動及び動作モデルに遷移するかを決定し、決定結果を行動決定機構部 1 3 2 及び行動生成機構部 1 3 3 に通知した後ステップ S P 2 1 に戻る。

また成長段階制御機構部 1 3 4 は、ステップ S P 2 2 において肯定結果を得た場合には、ステップ S P 2 7 に進んで行動決定機構部 1 3 2 から与えられた行動決定情報 D 2 2 に基づき得られる行動が成長要素か否かを判断する。

そして成長段階制御機構部 134 は、このステップ S P 27において否定結果を得るとステップ S P 21に戻り、これに対して肯定結果を得るとステップ S P 24に進んで第2の成長要素リスト 135B の対応するカウント値と、総合経験値カウンタのカウント値とをそれぞれ1ずつ増加させた後、ステップ S P 25に進んでこの後上述と同様の処理を実行する。

(3-4) 第3の実施の形態による動作及び効果

以上の構成において、このロボットシステム 120 では、ユーザが所望の外装ユニット 52 をペットロボット 121 に装着する際、まず外装ユニット 52 の外装側インターフェース部 60 を、胴体部ユニット 53 の本体側インターフェース部 58 と電気的及び構造的に接続した後、外装ユニット 52 内の情報記憶部 81 から読み出した外装設定情報 D1 に基づいて、当該外装ユニット 52 が正規品であるか否かを判断し、肯定結果が得られたときには、胴体部ユニット 53 内の情報読み取部 75 から当該外装設定情報 D1 に対応するパフォーマンス情報 D2 を読み出す。

この結果、ペットロボット 121 では、自律的な行動を行っている最中に、ユーザの働きかけや外部から何らかの刺激が与えられたとき、ペットロボット 121 の「成長段階」の行動及び動作モデルが遷移する度合いをパフォーマンス情報 D2 に基づいて決定される所定の変化状態で個性的に変化させることができる。

例えば、外装ユニット 52 がアニメキャラクタや愛玩用ぬいぐるみのような幼稚な印象を与える外観を呈している場合には、通常よりも「成長段階」の行動及び動作モデルが遷移する度合いが遅くなる一方、外装ユニット 52 が警察犬のような知性的な印象を与える外観を呈している場合には、通常よりも「成長段階」の行動及び動作モデルが遷移する度合いが早くなる。

この結果、ペットロボット 121 では、幼稚な外観を呈する外装ユニット 52 の場合には、あたかも本物の動物がかなり長い間「幼年期」や「少年期」の過程にあるかのごとく行動及び動作させることができる一方、知性的な外観を呈する外装ユニット 52 の場合には、あたかも本物の動物がすぐに「青年期」や「成人

期」の過程にあるかのごとく行動及び動作させることができる。

以上の構成によれば、外装ユニット52内に当該外装ユニット52に関する外装設定情報D1が記憶された情報記憶部81を設けておき、当該外装ユニット52をペットロボット121に装着した際に、胴体部ユニット53内の情報読取部75に記憶されている外装ユニット53の種類ごとに設定されたパフォーマンス情報D2の中から、当該外装設定情報D1に応じたパフォーマンス情報D2を選択的に読み出して、ペットロボット121の成長段階が上がる度合いを当該パフォーマンス情報D2に基づいて決定された所定の変化状態で変化させるようにしたことにより、ペットロボット121の実際の動作及び行動が個性的となるよう反映させないようにしたことができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るロボットシステムを実現することができる。

(3-5) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を、図20のような成長モデルを有するペットロボット121からなるロボットシステム120に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の成長モデルを有するロボット装置を含んでなるこの他種々の形態のロボットシステムに広く適用することができる。

また上述の実施の形態においては、外装ユニット53の外観に応じて成長速度を変化させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば外装ユニット53の外観に応じて成長モデル全体を変化させるようにしても良い。

(4) 第4の実施の形態

(4-1) 本実施の形態によるロボットシステムの構成

図27において、140は全体として本実施の形態によるロボットシステムを示し、ペットロボット141に対して、所定の外装部品（以下、これを外装ユニットと呼ぶ）142を着脱自在に装着することにより、当該ペットロボット141の表面全体を外装ユニット142によって被覆し得るようになされている。

実際にかかるペットロボット 141 は、胴体部ユニット 143 の前後左右にそれぞれ脚部ユニット 144A～144D が連結されると共に、胴体部ユニット 143 の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット 145 及び尻尾部ユニット 146 が連結されることにより構成されている。

この胴体部ユニット 143 の内部には冷却ファン（図示せず）が設けられ、当該冷却ファンを介して上面 143A 及び下面 143B にはそれぞれ排気口 143AX 及び吸気口 143BX（図 2）が形成されている。これによりペットロボット 141 では、冷却ファンの駆動に応じて、吸気口 143BX から吸入した空気を胴体部ユニット 143 の内部を介して排気口 143AX から外へ排出するようにして、当該胴体部ユニット 143 の内部温度を低減し得るようになされている。

また図 28 に示すように、胴体部ユニット 143 の下面 143B には、コネクタ半体 147A 及び掛合機構部 147B からなる接続部 147 が形成されたインタフェース部（以下、これを本体側インタフェース部と呼ぶ） 148 が設けられている。

一方、外装ユニット 142 は、図 27 に示すように、あたかも本物の犬の表皮と同様の形態を合成繊維から形成した外装本体部 142A からなり、当該外装本体部 142A の裏面の所定位置に、胴体部ユニット 143 に設けられた本体側インタフェース部 148 のコネクタ半体 147A 及び掛合機構部 147B に対応させてコネクタ半体 149A 及び掛合機構部 149B からなる接続部 149 が形成されたインタフェース部（以下、これを外装側インタフェース部と呼ぶ） 150 が設けられている。

実際にペットロボット 141 に外装ユニット 142 を装着する場合、外装ユニット 142 の外装本体部 142A をペットロボット 141 の表面全体を覆うように被せた後、本体側インタフェース部 148 の接続部 147 に対して外装側インタフェース部 150 の接続部 149 を繋げるようにして、コネクタ半体 147A 、 149A 同士で電気的に接続させると共に掛合機構部 147B 、 149B 同士

で構造的に接続されるようになされている。

(4-2) ペットロボット141及び外装ユニット142の具体的な構成

ここでこのロボットシステム1において、図29に示すように、ペットロボット1141の胴体部ユニット143には、このペットロボット141全体の動作を制御するコントローラ160と、結合センサ161及び接続部147からなる本体側インターフェース部148と、外部から挿入される記録媒体（図示せず）に格納されている制御プログラムを読み出す情報読取部162と、加速度センサ163及び角速度センサ164と、このペットロボット161の動力源となるバッテリ（図示せず）とが収納されている。

そして胴体部ユニット143の加速度センサ163は、数十ミリ秒単位で3軸（X軸、Y軸、Z軸）方向の加速度をそれぞれ検出し、検出結果を加速度検出信号S30としてコントローラ160に送出する。また角速度センサ164は、数十ミリ秒単位で3角（R角、P角、Y角）方向の回転角速度を検出し、検出結果を角速度検出信号S31としてコントローラ160に送出する。

また頭部ユニット145には、「耳」に相当するマイクロホン165と、「目」に相当するCCD（Charge Coupled Device）カメラ166と、距離センサ167と、タッチセンサ168と、「口」に相当するスピーカ169などとがそれぞれ所定位置に配設されている。

そして頭部ユニット145のマイクロホン165は、ユーザから図示しないサウンドコマンダ（操作内容に応じて異なる音階の音を発生するコマンダ）により音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかけろ」等の指令音を集音し、得られた音声信号S32をコントローラ160に送出する。

またCCDカメラ166は、前方向の状況を撮像し、得られた画像信号S33をコントローラ160に送出すると共に、赤外線距離センサ等でなる距離センサ167は、前方の対象物までの距離を測定し、測定結果を距離測定信号S34としてコントローラ160に送出する。

さらにタッチセンサ168は、図27において明らかのように頭部ユニット1

4 5 の上部に設けられており、ユーザからの「なでる」や「たたく」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出し、検出結果を圧力検出信号 S 3 5 としてコントローラ 1 6 0 に送出する。

さらに各脚部ユニット 1 4 4 A ~ 1 4 4 D の関節部分や、各脚部ユニット 1 4 4 A ~ 1 4 4 D 及び胴体部ユニット 1 4 3 の各連結部分、頭部ユニット 1 4 5 及び胴体部ユニット 1 4 3 の連結部分、並びに尻尾部ユニット 1 4 6 及び胴体部ユニット 1 4 3 の連結部分などにはそれぞれアクチュエータ 1 4 4 AA₁ ~ 1 4 4 AA_K 、 1 4 4 BA₁ ~ 1 4 4 BA_K 、 1 4 4 CA₁ ~ 1 4 4 CA_K 、 1 4 4 DA₁ ~ 1 4 4 DA_K 、 1 4 5 A₁ ~ 1 4 5 A_L 、 1 4 6 A₁ ~ 1 4 6 A_M 及びポテンショメータ 1 7 0 AA₁ ~ 1 7 0 AA_K 、 1 7 0 BA₁ ~ 1 7 0 BA_K 、 1 7 0 CA₁ ~ 1 7 0 CA_K 、 1 7 0 DA₁ ~ 1 7 0 DA_K 、 1 7 1 A₁ ~ 1 7 1 A_L 、 1 7 2 A₁ ~ 1 7 2 A_M が配設されている。

これら各ポテンショメータ 1 7 0 AA₁ ~ 1 7 0 AA_K 、 1 7 0 BA₁ ~ 1 7 0 BA_K 、 1 7 0 CA₁ ~ 1 7 0 CA_K 、 1 7 0 DA₁ ~ 1 7 0 DA_K 、 1 7 1 A₁ ~ 1 7 1 A_L 、 1 7 2 A₁ ~ 1 7 2 A_M は、それぞれ対応するアクチュエータ 1 4 4 AA₁ ~ 1 4 4 AA_K 、 1 4 4 BA₁ ~ 1 4 4 BA_K 、 1 4 4 CA₁ ~ 1 4 4 CA_K 、 1 4 4 DA₁ ~ 1 4 4 DA_K 、 1 4 5 A₁ ~ 1 4 5 A_L 、 1 4 6 A₁ ~ 1 4 6 A_M の出力軸の回転角度を検出し、検出結果を角度検出信号としてコントローラ 1 6 0 に送出する。

さらに胴体部ユニット 1 4 3 の本体側インターフェース部 1 4 8 は、結合センサ 1 6 1 及び上述した接続部 1 4 7 から構成され、当該接続部 1 4 7 はコネクタ半体 1 4 7 A 及び掛合機構部 1 4 7 B から構成されている。この結合センサ 1 6 1 は、外装ユニット 1 4 2 の外装側インターフェース部 1 5 0 との結合状態を検出し、当該検出結果を外装検出信号 S 3 6 としてコントローラ 1 6 0 に送出する。

コントローラ 1 6 0 は、マイクロホン 1 6 5 、 CCD カメラ 1 6 6 、距離センサ 1 6 7 、タッチセンサ 1 6 8 、加速度センサ 1 6 3 、角速度センサ 1 6 4 及び結合センサ 1 6 1 から与えられる音声信号 S 3 2 、画像信号 S 3 3 、距離測定信

号S 3 4、圧力検出信号S 3 5、加速度検出信号S 3 0、角速度検出信号S 3 1及び外装検出信号S 3 6などに基づいて、周囲の状況や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけなどの有無を判断する。

そしてコントローラ160は、この判断結果と予め入力される制御プログラムとにに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ144AA₁～144AA_K、144BA₁～144BA_K、144CA₁～144CA_K、144DA₁～144DA_K、145A₁～145A_L、146A₁～146A_Mを駆動させることにより、頭部ユニット145を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット146を動かせたり、各脚部ユニット144A～144Dを駆動して歩行させるなどの行動を行わせる。

またこの際コントローラ160は、必要に応じて所定の音声信号S 3 7をスピーカ169に与えることにより当該音声信号S 3 7に基づく音声を外部に出力させており、このペットロボット141の「目」の位置に設けられた図示しないLED (Light Emitting Diode) を点灯、消灯又は点滅させる。

このようにしてこのペットロボット141においては、周囲の状況及び制御プログラム等に基づいて自律的に行動し得るようになされている。

一方、外装ユニット142において、外装本体部142Aに内蔵された外装側インターフェース部150は、情報記憶部173及び上述した接続部149から構成され、当該接続部149はコネクタ半体149A及び掛合機構部149Bから構成されている。かかる外装側インターフェース部150内の掛合機構部149Bは、本体側インターフェース部148内の掛合機構部147Bと分離自在に掛合し得るように構成されている。

この外装側インターフェース部150内の情報記憶部173は、例えばROM (Random Access Memory) 等の不揮発性メモリから構成され、外装ユニット142の種類に応じて割り当てられた外装番号ごとに、製造者IDを表す情報、製造者が定めるプロダクトID及びロット番号等の製造許可を表

す情報、並びに外装ユニットの認証を行うための暗号化情報などの設定情報（以下、外装設定情報と呼ぶ）D 1 が予め記憶されている。

また胴体部ユニット 1 4 3 内に設けられた情報読取部 1 6 2 への挿入対象となる記録媒体には、上述の外装番号ごとに、外装設定情報 D 3 0 の各種内容に従つてそれぞれ設定されたペットロボット 1 4 1 のパフォーマンスを決定するためのプログラム情報（以下、これをパフォーマンス情報と呼ぶ）D 3 1 と、当該各外装の質量分布を表す情報（以下、これを質量分布情報と呼ぶ）D 3 2 とが予め格納されている。

また情報読取部 1 6 2 には、外装が装着されてない状態で、かつ 4 脚をすべて伸ばして立っている基準姿勢にあるときのペットロボット 1 4 1 の重心位置に関する情報（以下、これを初期重心位置情報と呼ぶ）D 3 3 が予め格納されている。

ここで外装側インターフェース部 1 5 0 と本体側インターフェース部 1 4 8 との結合時には、当該外装側インターフェース部 1 5 0 の接続部 1 4 9 に設けられたコネクタ半体 1 4 9 A 及び掛合機構部 1 4 9 B が、本体側インターフェース部 1 4 8 の接続部 1 4 7 に設けられた対応するコネクタ半体 1 4 7 A 及び掛合機構部 1 4 7 B と電気的及び構造的に接続する。

具体的に本体側インターフェース部 1 4 8 及び外装側インターフェース部 1 5 0 は、図 3 0 に示すように構成されている。

本体側インターフェース部 1 4 8において、接続部 1 4 7 のコネクタ半体 1 4 7 A では、アースライン L 1 、電源ライン L 2 、測定ライン L 3 及び信号ライン L 4 の各接続端子 A 1 ～ A 4 が露出すると共に、測定ライン L 3 上における接続端子 A 3 及び結合センサ 1 6 1 間には、一端がアースに接続された負荷抵抗 R 1 の他端が接続されている。

外装側インターフェース部 1 5 0において、接続部 1 4 9 では、アースライン L 5 、電源ライン L 6 、測定ライン L 7 及び信号ライン L 8 の各接続端子 A 5 ～ A 8 が露出すると共に、電源ライン L 6 から引き出された測定ライン L 7 上には負

荷抵抗 R₂ が設けられ、当該負荷抵抗 R₂ の一端及び他端がそれぞれ情報記憶部 171 及び接続端子 A₇ と接続されている。

実際に外装側インターフェース部 150 の接続部 149 に設けられたコネクタ半体 149A と本体側インターフェース 148 の接続部 147 に設けられたコネクタ半体 147A とが結合したとき、コネクタ半体 147A、149A 同士でアースライン L₁、電源ライン L₂、測定ライン L₃ 及び信号ライン L₄ の各接続端子 A₁～A₄ が対応する各ライン L₅～L₈ の接続端子 A₅～A₈ とそれぞれ当接して導通する。

このとき本体側インターフェース部 148 内の結合センサ 161 は、外装側インターフェース部 150 及び本体側インターフェース部 148 間でコネクタ半体 149A、147A 同士を介して電源ライン L₆ と接続された測定ライン L₇ 上の負荷抵抗 R₂ の電圧値を検出することにより、本体側インターフェース部 148 と外装側インターフェース部 150 との結合状態（すなわち結合時には「H」レベル、分離時には「L」レベル）を判断する。

この結果、コントローラ 160 は、結合センサ 161 の検出結果が肯定的である場合のみ、外装側インターフェース部 150 内の情報記憶部 173 に記憶されている外装設定情報 D₃₀ を読み出した後、当該外装設定情報 D₃₀ に基づいて、胴体部ユニット 143 内の情報読取部 162 に装填されている記録媒体からパフォーマンス情報 D₃₁ を読み出し、当該パフォーマンス情報 D₃₁ に基づいてペットロボット 141 の行動を決定することにより、当該決定に対応して必要なアクチュエータ 144AA₁～146A_M を駆動し、必要に応じてスピーカ 169 から音声を出力する。

このようにしてこのペットロボット 141においては、外装ユニット 142 が装着されたとき、当該外装ユニット 142 における外装側インターフェース部 150 内の情報記憶部 173 に記憶されている外装設定情報 D₃₀ と、当該外装設定情報 D₃₀ に基づき、胴体部ユニット 143 内の情報読取部 162 に記憶されている記録媒体から読み出したパフォーマンス情報 D₃₁ とに従って、自律的な行

動を個性的に変化させ得るようになされている。

かかる構成に加えてこのペットロボット 141 では、コントローラ 160 は、ペットロボット 141 を行動させる際、加速度センサ 163、角速度センサ 164、CCD カメラ 166 及び距離センサ 167 からそれぞれ供給される加速度検出信号 S30、角速度検出信号 S31、画像信号 S33 及び距離測定信号 S34 等に基づいて、外装ユニット 142 の装着前後におけるペットロボット 141 の重心位置の誤差を補正（すなわち重心の影響を受ける制御パラメータの基準値を変更）する。

以下、このようなコントローラ 160 の処理について説明する。ここでまずこのペットロボット 141 における歩行制御のための各種パラメータについて説明する。このペットロボット 141 の場合、歩行制御は、胴体部ユニット 143 内の記憶読取部 22 に記憶された図 31 に示すような 22 個のパラメータによって記述される制御プログラムに基づいて行われる。

そしてこれらパラメータは、歩行基準姿勢を決定するパラメータ、脚部ユニット 144A～144D の運動を決定するパラメータ、ボディ全体の運動を決定するパラメータからなる。以下、これらパラメータについて説明する。

まず図 32 に示すように、4 脚をすべて伸ばして立っている基準姿勢にあるペットロボット 141 の胴体部ユニット 143 に中心座標を設定する。この中心座標を絶対座標系に対して設定したときに、歩行の基準姿勢においては脚部ユニット 144A～144D を曲げて体をかがめる姿勢をとることになり、絶対座標系において上述の中心座標は上下方向と前後方向に移動することになる。この値を「body center x」及び「body center z」というパラメータで制御する。

またこの歩行の基準姿勢は、並行移動だけではなく胴体部ユニット 143 を前傾又は後傾にすることもあり、これを「body pitch」というパラメータで制御する。さらにこの基準姿勢において、脚部ユニット 144A～144D の接地位置も歩行に影響を与える。パラメータを減らす目的で、前後の脚部ユニ

ット 1 4 4 A～1 4 4 Dに対して開脚方向のオフセットは同値とし、これを「
a l l l e g s y」というパラメータで制御する。

さらに前後方向へのオフセットは、前側の脚部ユニット 1 4 4 A、1 4 4 Bを
「f r o n t l e g s z」、後側の脚部ユニット 1 4 4 C、1 4 4 Dを「
r e a r l e g s z」というパラメータで制御する。以上が歩行の基準姿勢
に対するパラメータである。

一方、脚部ユニット 1 4 4 A～1 4 4 Dの運動を制御するパラメータとしては
、以下のようなものがある。ひとつの脚部ユニット 1 4 4 A～1 4 4 Dの運動を
単純化したものを図 3 3 に示す。

まず歩行のステップの長さを決定するパラメータを「s t e p l e n g t h」
とする。また遊脚時に持ち上げる脚部ユニット 1 4 4 A～1 4 4 Dの高さ及び
その時間をそれぞれ「s w i n g h i g h t」及び「s w i n g t i m e」
というパラメータで制御する。

「s w i n g m u l t i」は、1 脚の1周期における接地時間と遊脚時間の
比率を与えるパラメータであり、これによって各脚部ユニット 1 4 4 A～1 4 4
Dの接地時間と遊脚時間とを制御する。なおこのパラメータは、例えばクロール
歩容（静歩行）からトロット歩容（動歩行）又はペース歩容（動歩行）への移行
処理を異なるアルゴリズムによって行うときの各脚部ユニット 1 4 4 A～1 4 4
Dの上げ方のパラメータとして使用することも可能である。

歩行時にペットロボット 1 4 1 の胴体部ユニット 1 4 3 を相対的に前後左右の
並進運動、又はロール、ピッチ、ヨーの回転運動を加えることで歩行の安全性や
スピードを改善することができる。これらはそれぞれ「a m p l e b o d y
x」、「a m p l e b o d y y」、「a m p l e b o d y z」、「a m p l e
r o l l」、「a m p l e p i t c h」及び「a m p l e y a w」といったパ
ラメータにより制御する。

「m i n. g a i n」、「s h i f t」及び「l e n g t h」は、ペットロボッ
ト 1 4 1 の歩行動作に使用するアクチュエータ（サーボモータ） 1 4 4 A A₁

～146A_M のP I D制御のゲインに関する制御を決定するためのパラメータである。これらパラメータにより接地時に衝撃を吸収するような柔らかいP I Dゲインを与えることでスムーズな歩行が実現できる可能性をもたせている。実際に、P I DゲインのうちPゲインのみを次式

$$\text{gain} = \text{gmin} + (\text{gmax} - \text{gmin}) \times (1 - \sin(\text{leg phase} - \text{shift})) \quad \dots \dots (1)$$

によって制御する。

ここで「leg phase」は、[shift, length] を値域としてもつものである。すなわちPゲインは、「g min」から「g max」の値をサインカーブを描いて変化し、その位相は「shift」というパラメータで与える位置で最大となるようである。ただし「g max」は、予め与えられており、位相に関しては、0 [°] で前方向に振り上げられ、180 [°] で後方向に地面をかき、360 [°] で初期位置にもどるようなものである。

「L-R」及び「F-H」は、図34及び図35に示すように、右前側の脚部ユニット5Aを基準として、それぞれ脚部ユニット144A～144Dが遊脚し始めてから左前側の脚部ユニット144B又は右後側の脚部ユニット144Dが遊脚し始めるまでの歩行動作1周期に対する比率を与えるパラメータであり、例えば静歩行（クロール歩容）の場合は図35（A）、準動歩行の場合は図35（B）、動歩行（トロット歩容）の場合は図35（C）のようになる。

このようにして、外装ユニット142が装着されていない状態で、かつ4脚をすべて伸ばして立っている基準姿勢にあるペットロボット141について、図36（A）に示すように、左右前側及び左右後側の脚部ユニット144A～144Dの接地位置に加わる荷重及び上述した中心座標を中心とする方向ベクトルをそれぞれm_{FL}、m_{FR}、m_{RL}、m_{RR}及びr_{FL}、r_{FR}、r_{RL}、r_{RR}としたとき、ペットロボット141の重心位置を表すベクトルR_oは、次式

$$R_0 = \frac{m_{FR} * r_{FR} + m_{FL} * r_{FL} + m_{RR} * r_{RR} + m_{RL} * r_{RL}}{m_{FR} + m_{FL} + m_{RR} + m_{RL}} \dots\dots (2)$$

で表され、図36（B）に示すように、外装ユニット142の質量をMとすると、当該外装ユニット142をペットロボット141に装着したとき、左右前側及び左右後側の脚部ユニット141A～141Dの接地位置に加わる荷重 m_{FL}' 、 m_{FR}' 、 m_{RL}' 、 m_{RR}' は、次式

$$(m_{FL}' + m_{FR}' + m_{RL}' + m_{RR}') = M + (m_{FL} + m_{FR} + m_{RL} + m_{RR}) \dots\dots (3)$$

で表す関係になる。これにより外装ユニット142を装着した後のペットロボット141の重心位置を表すベクトル R_1 は、次式

$$R_1 = \frac{m_{FR} * r_{FR} + m_{FL} * r_{FL} + m_{RR} * r_{RR} + m_{RL} * r_{RL}}{m_{FR} + m_{FL} + m_{RR} + m_{RL}} \dots\dots (4)$$

で表される。従って外装ユニット142を装着する前後においてペットロボット141の重心位置の誤差ベクトルEは、次式

$$E = R_1 - R_0 \dots\dots (5)$$

で表される。かかる誤差ベクトルEの値が0となるように、上述した歩行に関する各パラメータを変更することにより、外装ユニット142を装着した後のペットロボット141が当該外装ユニット142を装着する前と同じようにバランス良く歩行することができる。

例えば、誤差ベクトルE = (0, 0, 5)の場合、すなわち外装ユニット14

2を装着したことによってペットロボット141の重心位置がZ軸方向に5ミリ移動した場合には、これを受け歩行に関する各パラメータ（「body center z」、「front legs z」、「rear legs z」）を変更することによって歩行を安定に制御することができる。

（4－2）外装装着時のキャリブレーション処理手順RT1

実際にこのペットロボット141内のコントローラ160は、外装ユニット142が装着されると、図11に示すキャリブレーション処理手順RT3をステップSP30から入り、続くステップSP31において、胴体部ユニット143における本体側インターフェース部148内の結合センサ161の検出状態を監視しながら、ステップSP32に進んで、外装ユニット142内の外装側インターフェース部150が電気的及び構造的に接続されたか否かを、当該結合センサ161の検出結果に基づいて判断する。

このステップSP32において、コントローラ160は、肯定結果が得られたのを待った後、ステップSP33に進んで、外装ユニット152における外装側インターフェース部150内の情報記憶部173から外装設定情報D30を読み出した後、続くステップSP34に進んで当該外装設定情報D30に含まれる外装番号を抽出する。

続いてコントローラ160は、ステップSP35において、胴体部ユニット143内の情報読取部162から当該外装番号に対応する質量分布情報D32と、ペットロボット141に設定された初期重心位置情報D33を読み出した後、ステップSP36に進む。

このステップSP36において、コントローラ160は、質量分布情報D32及び初期重心位置情報D33に基づいて、外装ユニット142が装着された後でかつ4脚をすべて伸ばしている基準姿勢にあるペットロボット141の重心位置に関する情報（以下、これを単に重心位置情報と呼ぶ）を計算して求めた後、ステップSP37に進む。

このステップSP37において、コントローラ160は、外装ユニット142

の装着後に計算により求められた重心位置情報が、初期重心位置情報D 3 3と一致するか否かを判断し、否定結果が得られたときには、ステップS P 3 8に進んで、ペットロボット1 4 1にパフォーマンス情報D 3 1に基づく基準姿勢（4脚をすべて伸ばした姿勢や、充電時における座った姿勢など）及び基準動作（歩行動作、お座り動作など）をそれぞれ所定時間実行させながら、加速度センサ1 6 3、角速度センサ1 6 4、CCDカメラ1 6 6及び距離センサ1 6 7からそれぞれ供給される加速度検出信号S 3 0、角速度検出信号S 3 1、画像信号S 3 3及び距離測定信号S 3 4を集計する。

これに対してステップS 3 7において肯定結果が得られるとき、このことは外装ユニット1 4 2が装着された前後であっても、4脚をすべて伸ばしている基準姿勢にあるペットロボット1 4 1の重心位置は変化しないことを表しており、このときコントローラ1 6 0は、そのままステップS P 3 9に進んで当該キャリブレーション処理手順R T 3を終了する。

次にコントローラ1 6 0は、ステップS P 4 0に進んで、各センサ1 6 3、1 6 4、1 6 6、1 6 7から得られる検出信号S 3 0、S 3 1、S 3 3、S 3 4の集計結果に基づいて、パフォーマンス情報D 3 1に基づく基準姿勢及び基準動作の際ににおけるバランス状態がそれぞれ所定の基準値を満たすか否かを判断する。この場合、各基準値は、上述した初期重心位置情報D 3 3に基づいて、基準姿勢及び基準動作ごとにそれぞれコントローラ1 6 0の計算によって求められるものである。

このステップS P 4 0において否定結果が得られると、このことはパフォーマンス情報D 3 1に基づく基準姿勢及び基準動作のうち基準値を満たさない姿勢及び又は動作が存在することを意味しており、このときコントローラ1 6 0は、ステップS P 4 1に進んで、当該基準値を満たさない姿勢及び又は動作の誤差を計算した後、ステップS P 4 2に進む。

このステップS P 4 2において、コントローラ1 6 0は、当該基準値を満たさない姿勢及び又は動作の誤差を補正した後、再度ステップS P 3 8に戻って、上

述と同様の処理を繰り返す（以下、このような補正をキャリブレーションによる補正と呼ぶ）。

一方、ステップSP40において肯定結果が得られると、このことはパフォーマンス情報D31に基づく基準姿勢及び基準動作の全てについて基準値を満たすことを表しており、このときコントローラ160は、そのままステップSP39に進んで当該キャリブレーション処理手順RT3を終了する。

この後コントローラ160は、外装ユニット142が装着されたペットロボット141を、当該装着前と同じ状態でバランスを保ちながら、パフォーマンス情報D31に基づく自律的な行動及び動作を実行させることができる。

（4－3）第4の実施の形態における動作及び効果

以上の構成において、このロボットシステム140では、ユーザが所望の外装ユニット142をペットロボット141に装着したとき、ペットロボット141では、外装ユニット142から得られる外装設定情報D30に基づいて、胴体部ユニット143内の情報読取部162に記憶されている質量分布情報D32及び外装ユニット142が装着された後の基準姿勢にあるペットロボット141の重心位置情報を計算する。

そしてこのペットロボット141の重心位置が外装ユニット142の装着前後で異なるとき、当該ペットロボット141にパフォーマンス情報D31に基づく基準姿勢及び基準動作を行わせながら、このうち外装ユニット142を装着する前のペットロボット141の姿勢及び又は動作と比較して誤差が生じる場合には、当該誤差を補正するようにしたことにより、外装ユニット142を装着した後にペットロボット141の重心位置が変化した場合でも、外装ユニット142の装着前と同様にバランス良く、外装ユニット142が装着された後のペットロボット141を自律的に行動及び動作させることができる。この結果、ロボットシステム140では、多種多様な質量分布を有する外装ユニット142をペットロボット141に対して容易に適用することができる。

以上の構成によれば、外装ユニット142を装着した後に、ペットロボット14

1を基準姿勢及び基準動作を行わせながら、外装ユニット142を装着する前のペットロボット141の重心位置との誤差を計算し、当該誤差を補正する（すわなちキャリブレーションによる補正をする）ようにしたことにより、様々な質量分布を有する外装ユニット142を装着した場合でもペットロボット141の行動及び動作のバランスが崩れるのを未然に回避することができ、かくして多種多様な外装ユニット142をペットロボット141に対して容易に適用できる分だけ、アミューズメント性を格段と向上し得るロボットシステムを実現することができる。

（5）第5の実施の形態

（5－1）第5の実施の形態によるロボットシステム180の構成

図27との対応部分に同一符号を付して示す図38は、第5の実施の形態によるロボットシステム180を示すものであり、ペットロボット181の胴体部ユニット143内に設けられた情報読取部162（図28）への挿入対象となる記録媒体に、外装ユニット142に応じた外装番号ごとに、当該各外装ユニット142の質量分布情報D32が格納されておらず、ペットロボット141がかかる質量分布情報D32を利用することなく上述のようなキャリブレーション処理を行うようになされている点を除いて、上述した第4の実施の形態と同様に構成されている。

（5－2）外装装着時のキャリブレーション処理手順RT2

実際にこのペットロボット181内のコントローラ182（図29）は、外装ユニット142が装着されると、図39に示すキャリブレーション処理手順RT4をステップSP50において開始し、続くステップSP51において、ペットロボット181にパフォーマンス情報D31に基づく基準姿勢及び基準動作をそれぞれ所定時間実行させながら、加速度センサ163、角速度センサ164、CCDカメラ166及び距離センサ167からそれぞれ供給される加速度検出信号S30、角速度検出信号S31、画像信号S33及び距離測定信号S34を集計する。

続いてコントローラ 182 は、ステップ S P 5 2 に進んで、胴体部ユニット 143 内の情報読取部 162 からペットロボット 181 に設定された初期重心位置情報 D 3 3 を読み出した後、ステップ S P 5 3 に進む。

このステップ S P 5 3において、コントローラ 182 は、各センサ 163、164、166、167 から得られる検出信号 S 3 0、S 3 1、S 3 3、S 3 4 の集計結果に基づいて、パフォーマンス情報 D 3 1 に基づく基準姿勢及び基準動作の際におけるバランス状態がそれぞれ所定の基準値を満たすか否かを判断する。この場合、各基準値は、上述した初期重心位置情報 D 3 3 に基づいて、基準姿勢及び基準動作ごとにそれぞれコントローラ 182 の計算によって求められるものである。

このステップ S P 5 3において否定結果が得られると、このことはパフォーマンス情報 D 3 1 に基づく基準姿勢及び基準動作のうち基準値を満たさない姿勢及び又は動作が存在することを表しており、このときコントローラ 182 は、ステップ S P 5 4 に進んで、当該基準値を満たさない姿勢及び又は動作の誤差を計算した後、ステップ S P 5 5 に進む。

このステップ S P 5 5において、コントローラ 182 は、当該基準値を満たさない姿勢及び又は動作の誤差を補正した後、再度ステップ S P 5 1 に戻って、上述と同様のキャリブレーションによる補正処理を繰り返す。

一方、ステップ S P 5 3において肯定結果が得られると、このことはパフォーマンス情報 D 3 1 に基づく基準姿勢及び基準動作の全てについて基準値を満たすことを表しており、このときコントローラ 182 は、そのままステップ S P 5 6 に進んで当該キャリブレーション処理手順 R T 4 を終了する。

この後コントローラ 182 は、外装ユニット 142 が装着されたペットロボット 181 を、当該装着前と同じ状態でバランスを保ちながら、パフォーマンス情報 D 3 1 に基づく自律的な行動及び動作を実行させることができる。

(5-3) 第 5 の実施の形態における動作及び効果

以上の構成において、このペットロボットシステム 180 では、ユーザが所望

の外装ユニット142をペットロボット181に装着したとき、当該ペットロボット181にパフォーマンス情報D31に基づく基準姿勢及び基準動作を行わせながら、このうち外装ユニット142を装着する前のペットロボット181の姿勢及び又は動作と比較して誤差が生じる場合には、当該誤差を補正するようにしたことにより、外装ユニット142を装着した後にペットロボット181の重心位置が変化した場合でも、外装ユニット142の装着前と同様にバランス良く、外装ユニット142が装着された後のペットロボット181を自律的に行動及び動作させることができる。

この結果、ペットロボットシステム180では、多種多様な質量分布を有する外装ユニット142をペットロボット181に対して容易に適用することができる。

またペットロボット181において、胴体部ユニット143内の情報読取部162に外装ユニットごとに質量分布に関する情報を予め記憶しておく必要がなくて済む分、当該外装ユニットが新規に製造されたものであっても容易にペットロボット181に適応させることができる。

以上の構成によれば、外装ユニット142を装着した後に、ペットロボット181を基準姿勢及び基準動作を行わせながら、外装ユニット142を装着する前のペットロボット181の重心位置との誤差を計算し、当該誤差を補正する（すわなちキャリブレーションによる補正をする）ようにしたことにより、様々な質量分布を有する外装ユニット142を装着した場合でもペットロボット181の行動及び動作のバランスが崩れるのを未然に回避することができ、かくして多種多様な外装ユニット142をペットロボット181に対して容易に適用できる分だけ、アミューズメント性を格段と向上し得るロボットシステムを実現することができる。

(5-4) 他の実施の形態

なお上述の第4及び第5の実施の形態においては、本発明を図27のように構成された4足歩行型のペットロボット141、181に適用するようにした場合

について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、所定動作を発現する可動部を有するロボット装置であれば、この他種々の構成のロボット装置に広く適用することができる。

また上述の第4及び第5の実施の形態においては、ペットロボット141、181に着脱自在に装着する外装として、図27に示すように、あたかも本物の犬の表皮と同様の形態を合成纖維から形成した外装本体部142Aからなる外装ユニット142を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、他の動物（猫、狸、馬、猿、人間など）の表皮と同様の形態を各種材料（毛皮、織物、陶器、合成樹脂、金属など）から形成するようにしても良い。

さらに外装ユニット142を構成する外装本体部142Aとしては、動物の表皮と同様の形態からなる合成纖維を一体成形してなる外装本体部142Aを適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ペットロボット141の各部位に応じた金属製の外装部品（図示せず）をそれぞれ別個に設けるようにしても良い。この場合、複数の外装部品は、頭部、胴体部、脚部及び脛部からなり、このうち胴体部に上述した外装側インターフェース部150を設けるようにする。なお外装部品を形成する材料としては、金属以外にも各種材料（合成纖維、毛皮、織物、陶器、合成樹脂など）を広く適用しても良い。

さらに上述の第4及び第5の実施の形態においては、制御手段としてのペットロボット141、181の胴体部ユニット143内のコントローラ160、182が、ペットロボット141、181に外装ユニット142が装着されたときに、当該外装ユニット142に割り当てられている外装設定情報D30に基づいて、当該外装設定情報D30のうち外装番号に応じたパフォーマンス情報D31を決定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、外装設定情報D30に基づいてパフォーマンス情報D31の内容を変化させるようにしても良い。

また外装設定情報D30としては、外装番号や製造許可を表す情報を適用した場合について述べたが、外装ユニット142の種類、形状、材質、質量分布、硬

度及び熱伝導率等に関する情報や、当該外装ユニット142の個性、動作及び行動に関する情報などを含めるようにしても良い。この場合において、制御手段としてのペットロボット141、181のコントローラ160、182が、情報読取部165を介して読み出した外装設定情報D31のみに基づいてペットロボット141、181の行動を決定した後、当該決定に対応して必要なアクチュエータ144AA₁～146A_Mを駆動し、必要に応じてスピーカ169から音声を出力するようにしても良い。

さらに上述の第4及び第5の実施の形態においては、外装ユニット142がペットロボット141、181に装着されたとき、外装ユニット142及びペットロボット141、181間を電気的及び構造的に接続する手段としての外装側インターフェース部150及び本体側インターフェース部148とを図30のように構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は分離自在に接続することができれば、この他種々の構成を広く適用することができる。

この場合において、上述の実施の形態では、外装ユニット142内に情報記憶部173を設けておき、当該情報記憶部173に外装ユニット142に割り当てられている固有情報を記憶するようにしたが、本発明はこれに限らず、外装ユニット142に情報記憶部173を設けることなく、ペットロボット141、181との接続部位に固有情報に対応する特徴物（マーク、バーコード、所定の凹凸パターン、特殊形状の突出端など）を設け、ペットロボット141、181の接続部位で特徴物を読み取って固有情報を認識するようにしても良い。また記憶手段としては、固有情報を記憶する不揮発性メモリ以外にも、抵抗等の受動素子や磁気を用いて固有情報を記憶したり、発光ダイオード（L E D : L i g h t E m i t t i n g D i o d e）の発光パターンを固有情報とするようにしても良い。

さらに上述の第4及び第5の実施の形態においては、ペットロボット141、181のコントローラ160、182において、情報読取部162が、外部から挿入された記録媒体（図示せず）からパフォーマンス情報D31を読み出してコ

ントローラ 160、182 に送出するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情報読取手段として受信装置を用い、外部から発信されるパフォーマンス情報 D31 を受信してダウンロードするようにしても良い。

さらに上述の第 4 及び第 5 の実施の形態においては、制御手段としてのペットロボット 141、181 のコントローラ 182 を、外装ユニット 142 から与えられる外装設定情報 D30 に基づいて、パフォーマンス情報 D31 に基づく基準姿勢及び基準動作をそれぞれ所定時間実行させながら、これら基準姿勢及び基準動作がそれぞれ初期重心位置情報 D33 を基にした基準値を満たすか否かを、誤差検出手段としての加速度センサ 163、角速度センサ 164、CCD カメラ 166 及び距離センサ 167 から得られる各検出信号 S30、S31、S33、S34 の集計結果に基づいて、判断するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、コントローラ 160、182 が各構成ユニット（可動部）143～146 の動作に対する外装ユニット 142 の影響量を検出することができれば、この他種々の構成の制御手段を適用しても良い。

この場合、各構成ユニット（可動部）143～146 の動作に対する外装ユニット 142 の影響量を、上述した各種センサ 163、164、166、167 を用いて、外装ユニット 142 の装着前に対する制御誤差として求めた後、当該制御誤差を補正するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばポテンショメータ $170AA_1 \sim 172A_M$ やタッチセンサ 168 などの種々のセンサ等を用いて、各構成ユニット（可動部）143～146 の動作について外装ユニット 142 の装着後の影響量を検出するようにしても良い。

また上述の第 4 及び第 5 の実施の形態においては、パフォーマンス情報 D31 に基づく基準姿勢及び基準動作の基準値を、ペットロボット 141、181 に設定された初期重心位置情報 D33 に基づいて、制御手段としてのコントローラ 160、182 が設定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、パフォーマンス情報 D31 に基づく基準姿勢及び基準動作の基準値を外装ユニット 142 ごとに予め設定しておくようにしても良い。

さらに上述の第4及び第5の実施の形態においては、初期重心位置情報D33を基に、外装設定情報D30のうちの質量分布情報D32を判断して、ペットロボット141、181をバランス良く動作させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、制御手段としてのコントローラ160、182が、ペットロボット141、181が外装ユニット142に装着されたときに、各構成ユニット（可動部）143～146を駆動させて動作に対する当該外装ユニット142の影響量を検出し、当該検出結果に基づいて動作の発現パターンを必要に応じて変化させることができれば、この他にも例えばペットロボット141、181の全体及び各ユニットの形状情報、各アクチュエータ $144AA_1 \sim 146A_M$ の可動範囲、リンク長及び拘束される自由度などを判断して、ペットロボット141、181の各ユニットが外装ユニット142によって干渉されないように動作させるようにしても良い。

この場合、制御手段としてのコントローラ160、182が、外装ユニット142を装着した後に、ペットロボット141、181を基準姿勢及び基準動作を行わせながら、各アクチュエータ $144AA_1 \sim 146A_M$ の可動範囲を対応するポテンショメータ $170AA_1 \sim 172A_M$ の角度検出結果に基づいて計算し、各アクチュエータ $144AA_1 \sim 146A_M$ が当該可動範囲内でのみ可動し得るように設定すれば良い。

さらには各脚部ユニット $144A \sim 144D$ の慣性モーメント情報や、CCDカメラ166のフォーカス特性及び視野角、マイクロホン165の可聴特性並びにタッチセンサ168の触覚特性などを判断して、ペットロボット141、181をバランス良く動作させたり、ペットロボット141、181の各ユニットを外装ユニット142によって干渉されないように動作させるようにしても良い。

さらに上述の第4及び第5の実施の形態においては、外装ユニット142がペットロボット141、181に装着されたとき、ペットロボット141、181が所定の姿勢及び又は動作（運動パターン及び歩行パターン）となるように各アクチュエータ $144AA_1 \sim 146A_M$ （可動部）を動作させる制御手段とし

て、胴体部ユニット 143 内に設けられたコントローラ 160、182 を適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ペットロボット 141、181 全体を所定の姿勢及び又は動作させることができれば、この他種々の構成のものを適用しても良い。

(6) 第 6 の実施の形態

(6-1) 本実施の形態によるロボットシステムの構成

図 40において、190 は全体として本実施の形態によるロボットシステムを示し、ロボット本体 191 と、当該ロボット本体 191 に装着する外装ユニット 192 とから構成されている。

ロボット本体 191においては、胴体部ユニット 193 の前後左右にそれぞれ脚部ユニット 194A～194D が連結されると共に、胴体部ユニット 193 の前端部に頭部ユニット 195 が連結されることにより構成されている。

この場合胴体部ユニット 193 には、図 41 に示すように、このロボット本体 191 の動作を制御するコントローラ 200 と、このロボット本体 191 の動力源としてのバッテリ 201 と、バッテリセンサ 202 及び温度センサ 203 などからなる内部センサ部 204 となどが収納されている。

また頭部ユニット 195 には、このロボット本体 191 における実質的な「目」として機能する CCD カメラ 205、「耳」として機能するマイクロホン 206、タッチセンサ 207 及び距離センサ 208 などからなる外部センサ部 209 と、「口」として機能するスピーカ 210 となどがそれぞれ所定位置に配設されている。

さらに各脚部ユニット 194A～194D の関節部分や、各脚部ユニット 194A～194D 及び胴体部ユニット 193 の各連結部分、並びに頭部ユニット 195 及び胴体部ユニット 193 の連結部分などには、それぞれ対応する自由度数分のアクチュエータ 211₁～211_n が配設されている。

そして頭部ユニット 195 の CCD カメラ 205 は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号 S40A をコントローラ 200 に送出する。またマイクロホン 2

0 6 は、ユーザから図示しないサウンドコマンダを介して音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかける」等の指令音を集音し、得られた音声信号 S 4 0 B をコントローラ 2 0 0 に送出する。

またタッチセンサ 2 0 7 は、図 4 0において明らかなように、頭部ユニット 1 9 5 の上部に設けられており、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を外装ユニット 1 9 2 を介して検出し、検出結果を圧力検出信号 S 4 0 C としてコントローラ 2 0 0 に送出する一方、距離センサ 2 0 8 は、前方に位置する物体までの距離を測定し、測定結果を距離測定信号 S 4 0 D としてコントローラ 2 0 0 に送出する。

さらにバッテリセンサ 2 0 2 は、バッテリ 2 0 1 の残量を検出して、検出結果をバッテリ残量検出信号 S 4 1 A としてコントローラ 2 0 0 に送出し、温度センサ 2 0 3 は、ロボット本体 1 9 1 内部の温度を検出して検出結果を温度検出信号 S 4 1 B としてコントローラ 2 0 0 に送出する。

コントローラ 2 0 0 は、外部センサ部 2 0 9 の CCD カメラ 2 0 5 、マイクロホン 2 0 6 、タッチセンサ 2 0 7 及び距離センサ 2 0 8 からそれぞれ供給される画像信号 S 4 0 A 、音声信号 S 4 0 B 、圧力検出信号 S 4 0 C 及び距離測定信号 S 4 0 D （以下、これらをまとめて外部センサ信号 S 4 0 と呼ぶ）と、内部センサ部 2 0 4 のバッテリセンサ 2 0 2 及び温度センサ 2 0 3 からそれぞれ与えられるバッテリ残量検出信号 S 4 1 A 及び温度検出信号 S 4 1 B （以下、これらをまとめて内部センサ信号 S 4 1 と呼ぶ）などに基づいて、ロボット本体 1 9 3 の周囲及び内部の状況や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけの有無などを判断する。

そしてコントローラ 2 0 0 は、この判断結果と、予めメモリ 2 0 0 A に格納されている制御プログラムとにに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ 2 1 1₁ ~ 2 1 1_n を駆動させることにより頭部ユニット 1 9 5 を上下左右に振らせたり、各脚部ユニット 2 1 1₁ ~ 2 1 1_n を駆動して歩行させるなどの行動を行わせる。

またこの際コントローラ 200 は、必要に応じて所定の音声信号 S42 をスピーカ 210 に与えることにより当該音声信号 S42 に基づいて音声を外部に出力させる。

このようにしてこのロボット本体 191においては、周囲及び内部の状況や、ユーザからの指令及び働きかけの有無などに基づいて自律的に行動することができるようになされている。

一方、外装ユニット 191 は、図 40において明らかなように、頭部前面被覆部材 220A、頭部後面被覆部材 220B、胴体上部被覆部材 221A 及び胴体下部被覆部材 221B と、胸被覆部材 222 と、4 組の脚部外側被覆部材 225A～225D、脚部内側被覆部材 226A～226D 及び脚部接地部被覆部材 227A～227D とから構成されている。

この場合頭部前面被覆部材 220 及び頭部後面被覆部材 221 は、ロボット本体 191 の頭部ユニット 195 に前後方向から嵌め合わせるようにして所定状態に装着でき、胴体部上部被覆部材 222 及び胴体部下部被覆部材 223 は、ロボット本体 191 の胴体部ユニット 193 に上下方向から嵌め合わせるようにして装着でき、胸部被覆部材 222 は、ロボット本体 191 の胴体部ユニット 193 の胸部に嵌め合わせるようにして装着でき、さらに各脚部外側被覆部材 225A～225D、脚部内側被覆部材 226A～226D 及び脚部接地部被覆部材 227A～227D は、ロボット本体 191 の各脚部ユニット 194A～194D にそれぞれ外側方向、内側方向及び下側方向から嵌め合わせるようにして装着することができるようになされている。

このため外装ユニット 192 の頭部前面被覆部材 220 及び頭部後面被覆部材 221 の所定位置には、ロボット本体 191 の CCD カメラ 205、距離センサ 207 及びマイクロホン 206 の各配設位置にそれぞれ対応させて所定の大きさの穴 220A、220B、221A₁、221A₂ が設けられており、これによりロボット本体 191 が頭部前面被覆部材 220 及び頭部後面被覆部材 201 に邪魔されることなく、かかる穴 220A、220B、221A₁、221A₂

を介してCCDカメラ205、マイクロホン206及び距離センサ208によって周囲の状況を撮像し、外部音を集音し、及び前方の物体までの距離を測定し得るようになされている。

なおこの実施の形態の場合、頭部前面被覆部材220における距離センサ208と対応する穴220Bには所定の透過率を有する半透明部材（以下、これをキャノピーと呼ぶ）228が被されており、これにより距離センサ208の測距部が外部に露出することに起因する違和感をユーザに与えるのを未然に防止し得るようになされている。

かかる構成に加えてこのロボットシステム190の場合、外装ユニット192の頭部後面被覆部材220には、EEPROM（E l e c t r i c E r a s a b l e P r o g r a m m a b l e R O M）等でなる不揮発性のメモリ230が配設されている。そしてこのメモリ230には、図42に示すようなその外装ユニット192の型名を識別するための外装型名情報と、その外装ユニット192の装着対象のロボット本体191の型を表す対象ボーン型名情報と、後述する頭部後面被覆部材220の接続部231に含まれる各外部端子にどのようなデバイスが接続されているかを表すポート情報と、その外装ユニット192に対して予め設定された性格に応じた所定の補正情報でなる性格情報と、外装ユニット192のキャノピー228の光学特性に応じて所定の補正処理を行うための補正情報でなるキャノピー情報と、その外装ユニット192を装填した場合におけるロボット本体191の動作に関するパラメータを補正するための各種補正情報でなる外装物理情報などの外装ユニット192に関する各種情報（以下、これを外装情報と呼ぶ）が格納されている。

またこのロボットシステム190では、外装ユニット192の頭部後面被覆部材220の内側の所定位置に複数の外部接続端子を有する接続部（以下、これを外装側接続部と呼ぶ）231が配設されると共に、これと対応するロボット本体191の所定位置に複数の外部接続端子を有する接続部（以下、これをロボット側接続部と呼ぶ）232が設けられており、頭部後面被覆部材220をロボット

本体 192 に所定状態に取り付けたときに、外装側接続部 231 及びロボット側接続部 232 が電気的に接続されて、ロボット本体 191 のコントローラ 200 がこれら外装側接続部 231 及びロボット側接続部 232 を順次介して頭部後面被覆部材 221 のメモリ 230 から外装情報を読み出し得るようになされている

そしてロボット本体 191 のコントローラ 220 は、電源が投入されたときにはまずロボット側接続部 232 を介して外装ユニット 192 のメモリ 230 にアクセスし、かかる外装情報が読み出せなかった場合（例えば外装ユニットが装填されてない場合）にはその後動作せず、これに対して外装情報が読み出せた場合には、当該読み出した外装情報に基づいて、装填された外装ユニット 192 の型の認識や、その外装ユニット 192 がそのロボット本体 191 の型に対応するものであるか否かの認識、及び外装側接続部 231 の各ポートにどのようなデバイス等が接続されているかの認識などを行うと共に、外装情報に含まれる性格情報や、キャノピー情報及び外装物理情報に基づいて対応するパラメータ等を変更する。

さらにロボット本体 191 のコントローラ 220 は、この後上述のようにして変更した各種パラメータに従って上述のようにロボット本体 191 の行動を制御する。このようにしてこのロボットシステム 190 においては、ロボット本体 191 に装填された外装ユニット 192 の種類に応じて、ロボット本体 191 が発現する行動を変化させるようになされている。

(6-2) コントローラ 220 の処理

次にこのロボットシステム 190 におけるロボット本体 191 内のコントローラ 220 の具体的な処理について説明する。

コントローラ 220 は、メモリ 200A に格納された制御プログラムに従って上述のような各種処理を実行する。そしてかかるコントローラ 220 の処理内容を機能的に分類すると、図 43 に示すように、外部及び内部の状態を認識する状態認識部 240 と、状態認識部 240 の認識結果に基づいて感情及び本能の状態

を決定する感情・本能モデル部 241 と、状態認識部 240 の認識結果及び感情・本能モデル部 241 の出力に基づいて続く行動を決定する行動決定部 242 と、行動決定部 242 の決定結果に応じた行動をロボット本体 191 に生成（発現）させる行動生成部 243 とに分けることができる。

以下、これら状態認識部 240、感情・本能モデル部 241、行動決定部 242 及び行動生成部 243 について詳細に説明する。

（6－2－1）状態認識部 240 の構成

状態認識部 240 は、外部センサ部 209（図 41）から与えられる外部センサ信号 S40 と、内部センサ部 204（図 41）から与えられる内部センサ信号 S41 に基づいて特定の状態を認識し、認識結果を状態認識情報 S50 として感情・本能モデル部 241 及び行動決定部 242 に通知する。

実際に、状態認識部 240 は、外部センサ部 209 の CCD カメラ 205（図 41）から与えられる画像信号 S40A を常時監視し、当該画像信号 S40A に基づく画像内に例えば「丸い赤いもの」や、「何らかの物体」を検出したときは、「ボールがある」、「障害物がある」と認識し、認識結果を感情・本能モデル部 241 及び行動決定部 242 に通知する。

またこのとき状態認識部 240 は、外部センサ部 209 の距離センサ 208 から与えられる距離検出信号 S40D に基づいてその物体までの距離を検出し、検出結果を感情・本能モデル部 241 及び行動決定部 242 に通知する。

また状態認識部 240 は、マイクロホン 206（図 41）から与えられる音声信号 S40B を常時監視し、当該音声信号 S40B に基づいて「歩け」、「伏せ」、「ボールを追いかけろ」などの指令音が入力されたことを認識すると、かかる認識結果を感情・本能モデル部 241 及び行動決定部 242 に通知する。

さらに状態認識部 240 は、タッチセンサ 207（図 41）から与えられる圧力検出信号 S40C を常時監視し、当該圧力検出信号 S40C に基づいて所定の閾値以上のかつ短時間（例えは 2 秒未満）の圧力を検出したときには「叩かれた（叱られた）」と認識し、所定の閾値未満で長時間（例えは 2 秒以上）かつ広範

囲の圧力を検出したときには「撫でられた（誉められた）」と認識し、認識結果を感情・本能モデル部 241 及び行動決定部 242 に通知する。

さらに状態認識部 240 は、内部センサ部 204 の温度センサ 203（図 41）から与えられる温度検出信号 S41B を常時監視し、当該温度検出信号 S41B に基づいて所定の温度以上の温度を検出したときには「内部温度が上昇した」と認識し、認識結果を感情・本能モデル部 241 及び行動決定部 242 に通知する。

（6-2-2）感情・本能モデル部 241 の構成

感情・本能モデル部 241 は、「喜び」、「悲しみ」、「驚き」、「恐怖」、「嫌悪」及び「怒り」の合計 6 つの情動について、各情動ごとにその情動の強さを表すパラメータを保持している。そして感情・本能モデル部 241 は、これら各情動のパラメータ値を、それぞれ状態認識部 240 から状態認識情報 S50 として与えられる「叩かれた」や「撫でられた」などの特定の認識結果と、後述のように行動決定部 242 から与えられる決定された出力行動を表す行動決定情報 S51 と、経過時間などに基づいて順次更新する。

具体的に感情・本能モデル部 241 は、状態認識情報 S50 に基づき得られる認識結果及び行動決定情報 S51 に基づく出力行動がその情動に対して作用する度合い（予め設定されている）と、他の情動から受ける抑制及び刺激の度合いと、経過時間などに基づいて所定の演算式により算出されるその情動の変化量 $\Delta E [t]$ 、現在のその情動のパラメータ値を $E [t]$ 、認識結果等に応じてその情動を変化させる割合を表す係数を k_e として、所定周期で次式

$$E [t + 1] = E [t] + k_e \times \Delta E [t] \quad \dots \dots (6)$$

を用いて次の周期におけるその情動のパラメータ値 $E [t + 1]$ を算出する。

そして感情・本能モデル部 241 は、この演算結果を現在のその情動のパラメータ値 $E [t]$ と置き換えるようにしてその情動のパラメータ値を更新する。な

お各認識結果や各出力行動に対してどの情動のパラメータ値を更新するかは、予め決められており、例えば「叩かれた」といった認識結果が与えられた場合には「怒り」の情動のパラメータ値が上がると共に「喜び」の情動のパラメータ値が下がり、「撫でられた」といった認識結果が与えられた場合には「喜び」の情動のパラメータ値が上がると共に「悲しみ」及び「怒り」の各情動のパラメータ値が下がる。

これと同様にして、感情・本能モデル部 4 1 は、「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」、「好奇心」及び「睡眠欲」の互いに独立した 5 つの欲求について、これら欲求ごとにその欲求の強さを表すパラメータ値を保持している。そして感情・本能モデル部 4 1 は、これら各欲求のパラメータ値を、それぞれ状態認識部 2 4 0 からの認識結果や、経過時間及び行動決定部 2 4 2 からの通知などに基づいて順次更新する。

具体的に感情・本能モデル部 2 4 1 は、「運動欲」、「愛情欲」及び「好奇心」については、ロボット本体 1 9 1 の出力行動、経過時間及び認識結果などに基づいて所定の演算式により算出されるその欲求の変動量 $\Delta I [k]$ 、現在のその欲求のパラメータ値を $I [k]$ 、その欲求の感度を表す係数を k_i として、所定期間で次式

$$I [k + 1] = I [k] + k_i \times \Delta I [k] \quad \dots \dots \quad (7)$$

を用いて次の周期におけるその欲求のパラメータ値 $I [k + 1]$ を算出し、この演算結果を現在のその欲求のパラメータ値 $I [k]$ と置き換えるようにしてその欲求のパラメータ値を更新する。この場合、出力行動や認識結果等に対してどの欲求のパラメータ値を変化させるかは予め定められており、例えば行動決定部 2 4 2 から何らかの行動を行ったとの通知があったときには「運動欲」のパラメータ値が下がる。

また感情・本能モデル部 2 4 1 は、「食欲」については、状態認識部 2 4 0 を

介して与えられるバッテリ残量検出信号S 4 2 A（図41）に基づいて、バッテリ残量をB_Lとして所定周期で次式

$$I [k] = 100 - B_L \quad (8)$$

により「食欲」のパラメータ値I [k+1]を算出し、この演算結果を現在の食欲のパラメータ値I [k]と置き換えるようにして当該「食欲」のパラメータ値を更新する。

さらに感情・本能モデル部241は、「睡眠欲」については1日を1同期として、所定時間ごとにパラメータ値を増減変更する。

なお本実施の形態においては、各情動及び各欲求のパラメータ値がそれぞれ0から100までの範囲で変動するように規制されており、また係数k_e、k_iの値も各情動及び各欲求ごとに個別に設定されている。

（6-2-3）行動決定部242の構成

行動決定部242は、状態認識部240から与えられる状態認識情報50と、感情・本能モデル部241における各情動及び各欲求のパラメータ値と、予めメモリ200Aに格納された行動モデルと、経過時間などに基づいて次の行動を決定し、決定結果を行動決定情報S51として感情・本能モデル部241及び行動生成部243に出力する。

この場合、行動決定部242は、次の行動を決定する手法として、図44に示すように1つのノード（状態）NODE₀”から同じ又は他のどのノードNODE₀”～NODE_n”に遷移するかを各ノードNODE₀”～NODE_n”間を接続するアーケARC₀”～ARC_n”に対してそれぞれ設定された遷移確率P₀”～P_n”に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

より具体的には、メモリ200Aには、行動モデルとして、各ノードNODE₀”～NODE_n”ごとの図45に示すような状態遷移表244が格納されて

おり、行動決定部 242 がこの状態遷移表 244 に基づいて次の行動を決定する。

ここで状態遷移表 244 では、そのノード NODE₀ " ~ NODE_n " において遷移条件とする入力イベント（状態認識部 240 の認識結果）が「入力イベント」の行に優先順に列記され、その条件についてのさらなる条件が「データ名」及び「データ範囲」の行における対応する列に記述されている。

従って図 45 の状態遷移表 244 で定義されたノード NODE₁₀₀ " では、「ボールを検出した (BALL)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるそのボールの「大きさ (SIZE)」が「0 から 100 の範囲 (0, 1000)」であることや、「障害物を検出 (OBSTACLE)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるその障害物までの「距離 (DISTANCE)」が「0 から 1000 の範囲 (0, 1000)」であることが自己又は他のノード NODE₀ " ~ NODE_n " に遷移するための条件となる。

またこのノード NODE₁₀₀ " では、認識結果の入力がない場合においても、行動決定部 242 が周期的に参照する感情・本能モデル部 241 の各情動及び各欲求のパラメータ値のうち「喜び (JOY)」、「驚き (SURPRISE)」又は「悲しみ (SADNESS)」のいずれかの情動のパラメータ値が「50 から 100 の範囲 (50, 100)」であるときには自己又は他のノード NODE₀ " ~ NODE_n " に遷移することができる。

さらに状態遷移表 244 では、「他のノードへの遷移確率」の欄における「遷移先ノード」の列にそのノード NODE₀ " ~ NODE_n " から遷移できるいくつかのノード NODE₀ " ~ NODE_n " が列記されると共に、「入力イベント名」、「データ値」及び「データの範囲」の各行に記述された全ての条件が揃った場合におけるそのノード NODE₀ " ~ NODE_n " への遷移確率が「他のノードへの遷移確率」の欄におけるそのノード NODE₀ " ~ NODE_n " の行に記述され、このとき出力される行動及び動作が「出力行動」の行に記述され

る。なお「他のノードへの遷移確率」の欄における各行の遷移確率の和は 100 [%] となっている。

従ってこの例のノード NODE₁₀₀” では、例えば「ボールを検出 (BALL)」し、そのボールの「大きさ (SIZE)」が「0から 1000 の範囲 (0, 1000)」であるという認識結果が与えられた場合には、「30 [%]」の確率で「ノード NODE₁₂₀” (node 120) に遷移でき、そのとき「ACTION 1」の行動又は動作が出力されることとなる。

そして行動モデルは、このような状態遷移表 244 として記述されたノード NODE₀” ~ NODE_n” がいくつも繋がるようにして形成されている。

かくして行動決定部 242 は、状態認識部 240 から状態認識情報 S50 が与えられたときや、最後に行動を発現してから一定時間が経過したときなどに、メモリ 200A に格納されている行動モデルのうちの対応するノード NODE₀” ~ NODE_n” の状態遷移表 244 を利用して次の行動や動作（「出力行動」の行に記述された行動又は動作）を確率的に決定し、決定結果を行動決定情報 S51 として感情・本能モデル部 242 及び行動生成部 243 に出力する。

(6-2-4) 行動生成部 243 の構成

行動生成部 243 は、ロボット本体 191 に各種行動を発現させる際に各アクチュエータ 211₁ ~ 211_n をどの程度駆動するかを規定した各行動ごとのデータファイル（以下、これらをモーションファイルと呼ぶ）や、複数の音声データのファイル（以下、これらをサウンドファイルと呼ぶ）をメモリ 200A 内に有している。

そして行動決定部 242 から与えられる行動決定情報 S51 に基づいて、必要に応じて対応するモーションファイルをメモリ 200A から読み出し、当該モーションファイルに基づいてアクチュエータ 211₁ ~ 211_n に駆動信号 S52₁ ~ S52_n を送出したり、対応するサウンドファイルを再生し、かくして得られた音声信号 S42 をスピーカ 210（図 41）に出力する。

この結果、駆動信号 S52₁ ~ S52_n に基づいて必要なアクチュエータ 2

$1\ 1_1 \sim 2\ 1\ 1_n$ が駆動し、音声信号 S 4 2 に基づく音声がスピーカ 2 1 0 から出力されることにより、上述のように行行動決定部 2 4 2 において決定された行動又は動作がロボット本体 1 9 1 により発現される。

このようにしてこのロボットシステム 1 9 0 においては、コントローラ 2 0 0 の制御のもとに、周囲及び内部の状況や、ユーザからの指令及び働きかけの有無などに基づいて自律的に行行動し得るようになされている。

(6-3) ロボット本体 1 9 1 における初期設定処理

次にこのロボットシステム 1 9 0 のロボット本体 1 9 1 におけるコントローラ 2 0 0 の初期設定処理について説明する。

このロボットシステム 1 9 0 では、上述のように電源投入後、まずロボット本体 1 9 1 のコントローラ 2 0 0 が外装ユニット 1 9 2 のメモリ 2 3 0 にアクセスして外装情報を読み出し、当該外装情報に基づいて必要なパラメータ等を変更するなどの初期設定処理を行う。

実際上、このロボットシステム 1 9 0 の場合、外装ユニット 1 9 2 の頭部前面被覆部材 2 2 1 のメモリ 2 3 0 には、上述した性格情報として、行動モデルを生成する各状態遷移表 2 4 4 (図 4 5) のうちの対応する状態遷移表 2 4 4 内の対応する遷移確率 $P_0'' \sim P_n''$ (図 4 4) の変更値や、行動モデルにおける対応するノード NODE₀'' ~ NODE_n'' の状態遷移表 2 4 4 自体が格納されている。

そしてロボット本体 1 9 1 のコントローラ 2 0 0 は、外装ユニット 1 9 2 のメモリ 2 3 0 から読み出した外装情報に含まれるかかる性格情報に基づいて、対応する状態遷移表 2 4 4 内の対応する遷移確率 $P_0'' \sim P_n''$ を変更したり、対応するノード NODE₀'' ~ NODE_n'' の状態遷移表 2 4 4 を新たな状態遷移表 2 4 4 に差し替える。

また外装ユニットのメモリ 2 3 0 には、キャノピー情報として、距離センサ 2 0 8 (図 4 1) の出力電圧をオフセット補正するためのオフセット値が格納されている。

すなわち、キャノピー 228（図 40）を介して距離センサ 208により前方に位置する物体までの距離を測定する場合、図 46 及び図 47 に示すように、距離センサ 208への入射角に対するキャノピー 228の傾き角や、図 48 及び図 49 に示すように、キャノピー 228の色に応じて測定誤差が生じる。なお図 46 及び図 48において、最左行の数値はそれぞれ測定対象の物体までの距離を表し、その他の各行内の数値はそれぞれ距離センサ 208の光軸と垂直な状態を 0 度とした場合のキャノピー 228の各傾き角に対する距離センサ 208の出力電圧を表す。また図 47 及び図 49において、縦軸は距離センサ 208の出力電圧、横軸は測定対象の物体までの距離を表す。

このためこのロボットシステム 190では、外装ユニット 192 のメモリ 230 に、当該外装ユニット 192 におけるキャノピー 208 の傾き角や色に応じた距離センサ 208（図 41）の出力電圧をオフセット補正するためのオフセット値が格納されている。

そしてロボット本体 191 のコントローラ 200 は、外装ユニット 192 のメモリ 200A から読み出した外装情報に含まれるかかるキャノピー特性情報に基づいて、距離測定信号 S40D に基づき前方の物体までの距離を状態認識部 240において認識する際の当該距離測定信号 S40D に対するオフセット値を変更する。

さらに外装ユニット 192 のメモリ 230 には、外装物理情報として、外装ユニット 192 をロボット本体 192 に装填したときのロボットシステム 190 全体の重心位置を表す重心位置情報や、外装ユニット 192 を装着したときの各可動部の慣性モーメント等を表す動作情報、及び外装ユニット 192 を装着したときに各可動部の可動範囲を表す可動範囲情報が格納されている。

そしてロボット本体 192 のコントローラ 200 は、外装ユニット 192 のメモリ 230 から読み出した外装情報に含まれるかかる外装物理情報のうちの重心情報に基づいて、メモリ 200A に格納されている図 31 について上述した歩行制御のためのパラメータや、他の対応するパラメータを変更する。

このようにしてこのロボットシステム 190においては、外装ユニット 192 のメモリ 230に格納された外装情報に基づいてロボット本体 191 内部のパラメータ等を変更し、これによりロボット本体 191 に装着した外装ユニット 192 に応じた行動を当該ロボット本体 191 に発現させ得るようになされている。

(6-4) 本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このロボットシステム 190 では、ロボット本体 191 の電源投入時にコントローラ 200 が外装ユニット 192 のメモリ 230 から外装情報を読み出し、当該外装情報に基づいて必要なパラメータを変更する。

従って、かかる外装情報として外装ユニット 192 の形や色等の形態に応じた外装情報を格納しておくことによって、ロボット本体 191 にその外装ユニット 192 の形態に応じた行動を発現させるようにすることができる。

以上の構成によれば、外装ユニット 192 に当該外装ユニット 192 の形態に応じた外装情報が格納されたメモリ 230 を配設すると共に、ロボット本体 191 のコントローラ 200 が電源投入時にかかる外装情報を読み出し、当該外装情報に基づいてロボット本体 191 の行動や動作を制御するためのパラメータを変更するようにしたことにより、外装ユニット 192 の形態に応じた行動や動作をロボット本体 191 に発現させ得るようにすることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上させ得るロボットシステムを実現できる。

産業上の利用可能性

ロボットシステム、ロボット装置及びその外装において、ペットロボット及び外装からなるロボットシステムに適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. ロボット装置と、

上記ロボット装置に着脱自在に装着される外装と
を具え、
上記外装に、所定の認証用パターンが設けられ、
上記ロボット装置に、装着された上記外装の上記認証用パターンに基づいて当
該外装を認証する認証手段が設けられた
ことを特徴とするロボットシステム。

2. 上記認証用パターンは、所定形状の第1の凹凸パターンであり、

上記認証手段は、上記第1の凹凸パターンが正規のものであるときにのみ当該
第1の凹凸パターンと所定状態に嵌合する所定形状の第2の凹凸パターンである
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロボットシステム。

3. 上記第1の凹凸パターンは、意匠登録された凹凸形状を有する
ことを特徴とする請求の範囲第2項に記載のロボットシステム。

4. 上記認証用パターンは、所定形状の凹凸パターンであり、

上記認証手段は、上記外装の上記凹凸パターンの凹凸形状を電気的に検出し、
検出結果に基づいて当該外装を認証する
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロボットシステム。

5. 着脱自在に装着される外装に設けられた所定の認証用パターンに基づいて、
装着された上記外装の認証を行う認証手段
を具えることを特徴とするロボット装置。

6. 上記認証用パターンは、所定形状の第1の凹凸パターンであり、

上記認証手段は、上記第1の凹凸パターンが正規のものであるときにのみ当該第1の凹凸パターンと所定状態に嵌合する所定形状の第2の凹凸パターンであることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のロボット装置。

7. 上記第1の凹凸パターンは、意匠登録された凹凸形状を有する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載のロボット装置。

8. 上記認証用パターンは、所定形状の凹凸パターンであり、

上記認証手段は、上記外装の上記凹凸パターンの凹凸形状を電気的に検出し、検出結果に基づいて当該外装を認証する

ことを特徴とする請求の範囲第5項に記載のロボット装置。

9. 所定の認証用パターンを具え、

上記認証用パターンに基づいて認証を行う認証手段が設けられたロボット装置に着脱自在に装着される

ことを特徴とするロボット装置の外装。

10. 上記認証用パターンは、所定形状の凹凸パターンである

ことを特徴とする請求の範囲第9項に記載のロボット装置の外装。

11. 上記凹凸パターンは、意匠登録された凹凸形状を有する

ことを特徴とする請求の範囲第10項に記載のロボット装置の外装。

12. 所定動作を発現するロボット装置と、

上記ロボット装置に着脱自在に装着される外装と、

上記外装に設けられ、当該外装に応じた固有情報を保持する情報保持手段と、

上記ロボット装置に設けられ、上記ロボット装置に上記外装が装着されたとき、上記外装の上記情報保持手段に保持された上記固有情報を検出する情報検出手段と、

上記検出された固有情報に基づいて、上記動作の発現パターンを必要に応じて変化させる制御手段と
を具えることを特徴とするロボットシステム。

1 3．上記情報保持手段は、上記固有情報をデータとして記憶するメモリでなり
、
上記ロボット装置は、上記メモリから上記データを読み出すデータ読出手段
を具えることを特徴とする請求の範囲第12項に記載のロボットシステム。

1 4．所定動作を発現するロボット装置に着脱自在に装着される外装において、
上記外装に応じた固有情報を保持する情報保持手段
を具え、

上記ロボット装置に装着されたとき、上記ロボット装置は、上記情報保持手段
に保持された上記固有情報に基づいて、上記動作の発現パターンを必要に応じて
変化させる
ことを特徴とする外装。

1 5．上記情報保持手段は、上記固有情報をデータとして記憶するメモリでなり
、
上記ロボット装置は、上記メモリから上記データを読み出す
ことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の外装。

1 6．所定動作を発現するロボット装置において、
外装が着脱自在に装着されたとき、上記外装に応じた固有情報を当該外装から

検出する情報検出手段と、

上記検出された固有情報に基づいて、上記動作の発現パターンを必要に応じて変化させる制御手段と

を具えることを特徴とするロボット装置。

1 7．上記外装は、上記固有情報をデータとして記憶するメモリを具え、

上記ロボット装置は、上記メモリから上記データを読み出すデータ読出手段を具えることを特徴とする請求の範囲第16項に記載のロボット装置。

1 8．可動部を有し、当該可動部を駆動するようにして所定の動作を発現するロボット装置と、

上記ロボット装置に着脱自在に装着される外装と、

上記ロボット装置に設けられ、上記可動部を駆動制御する制御手段とを具え、

上記制御手段は、

上記ロボット装置に上記外装が装着されたときに、上記可動部を駆動させて上記動作に対する当該外装の影響量を検出し、当該検出結果に基づいて上記動作の発現パターンを必要に応じて変化させる

ことを特徴とするロボットシステム。

1 9．上記制御手段は、

上記可動部の動作に対する上記外装の影響量を、上記外装の装着前に対する制御誤差として求めた後、当該制御誤差を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第18項に記載のロボットシステム。

2 0．可動部を有し、当該可動部を駆動するようにして所定の動作を発現するロボット装置において、

外装が着脱自在に装着されたときに、上記可動部を駆動させて上記動作に対する当該外装の影響量を検出し、当該検出結果に基づいて上記動作の発現パターンを必要に応じて変化させる制御手段
を具えることを特徴とするロボット装置。

21. 上記制御手段は、

上記可動部の動作に対する上記外装の影響量を、上記外装の装着前に対する制御誤差として求めた後、当該制御誤差を補正する
ことを特徴とする請求の範囲第20項に記載のロボット装置。

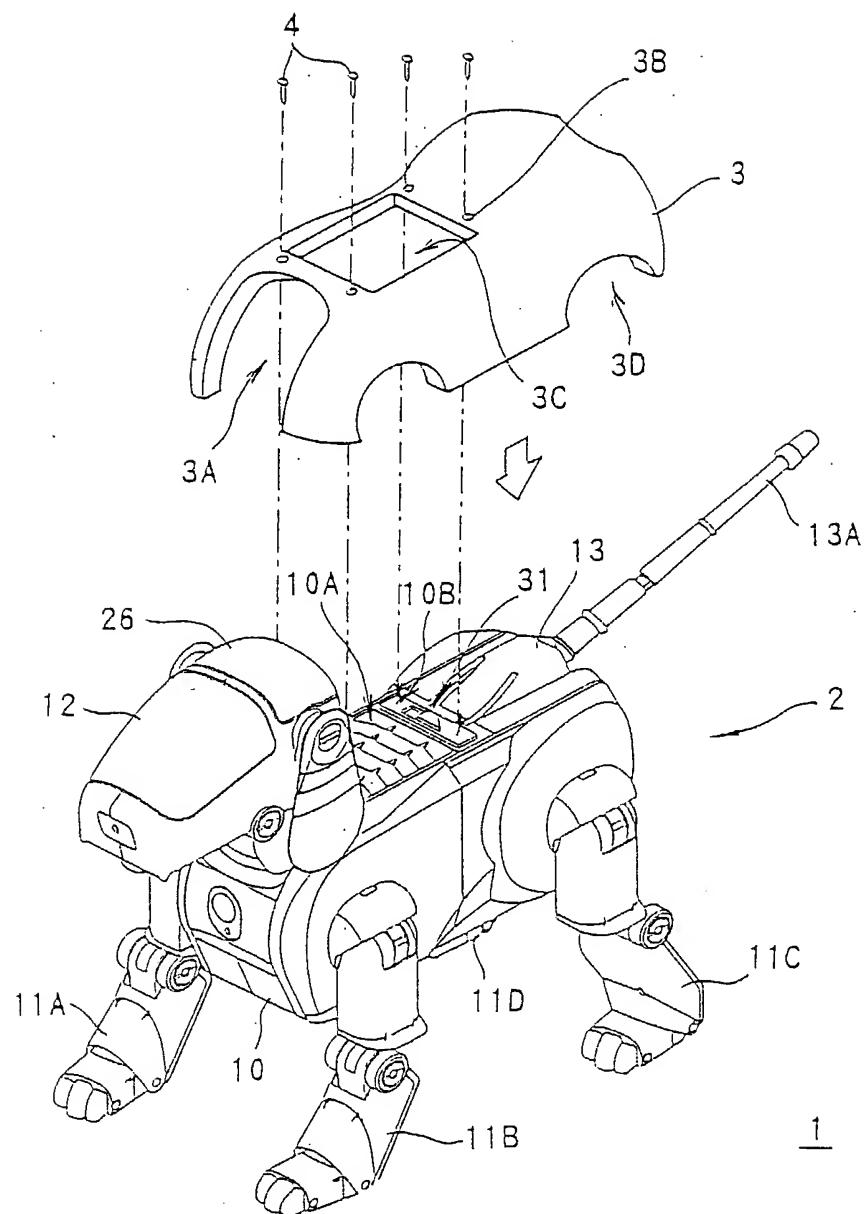


図 1

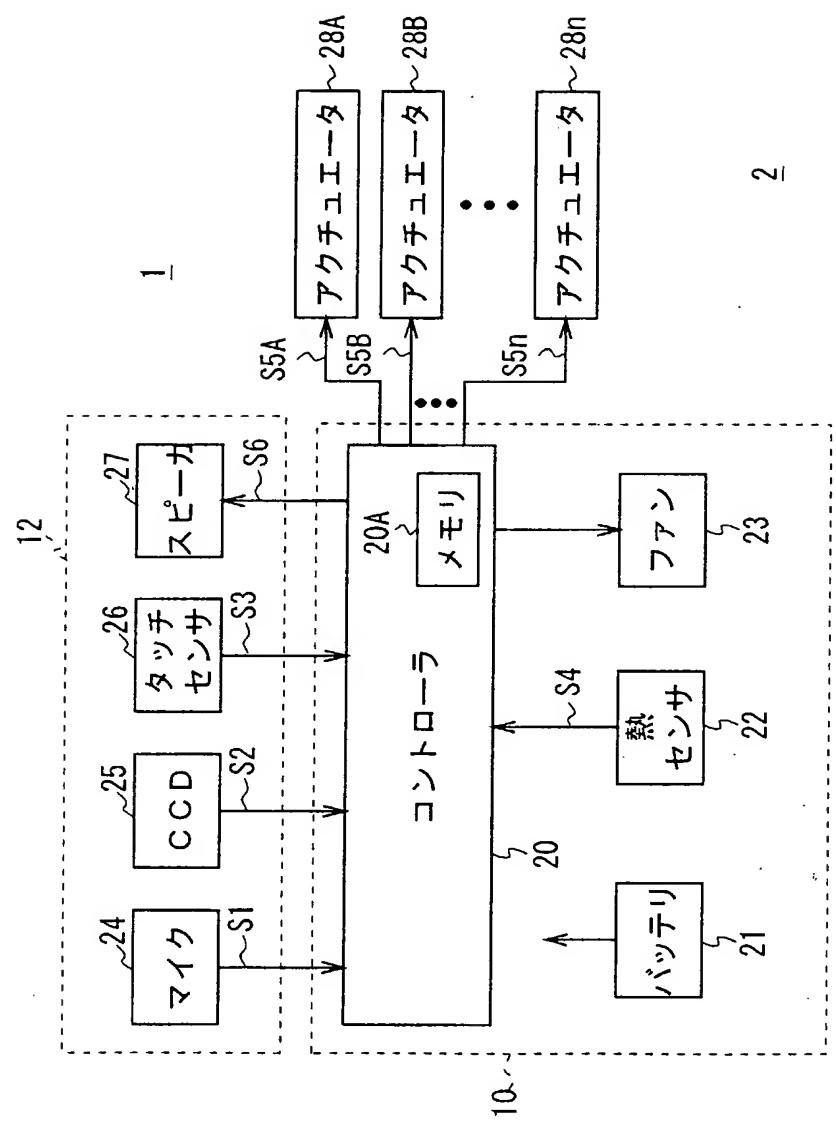


図2

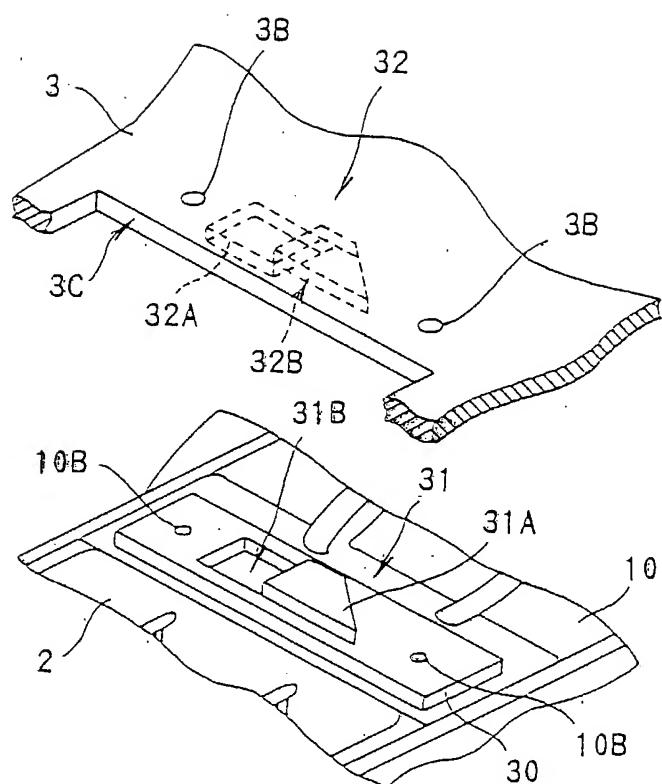


図 3

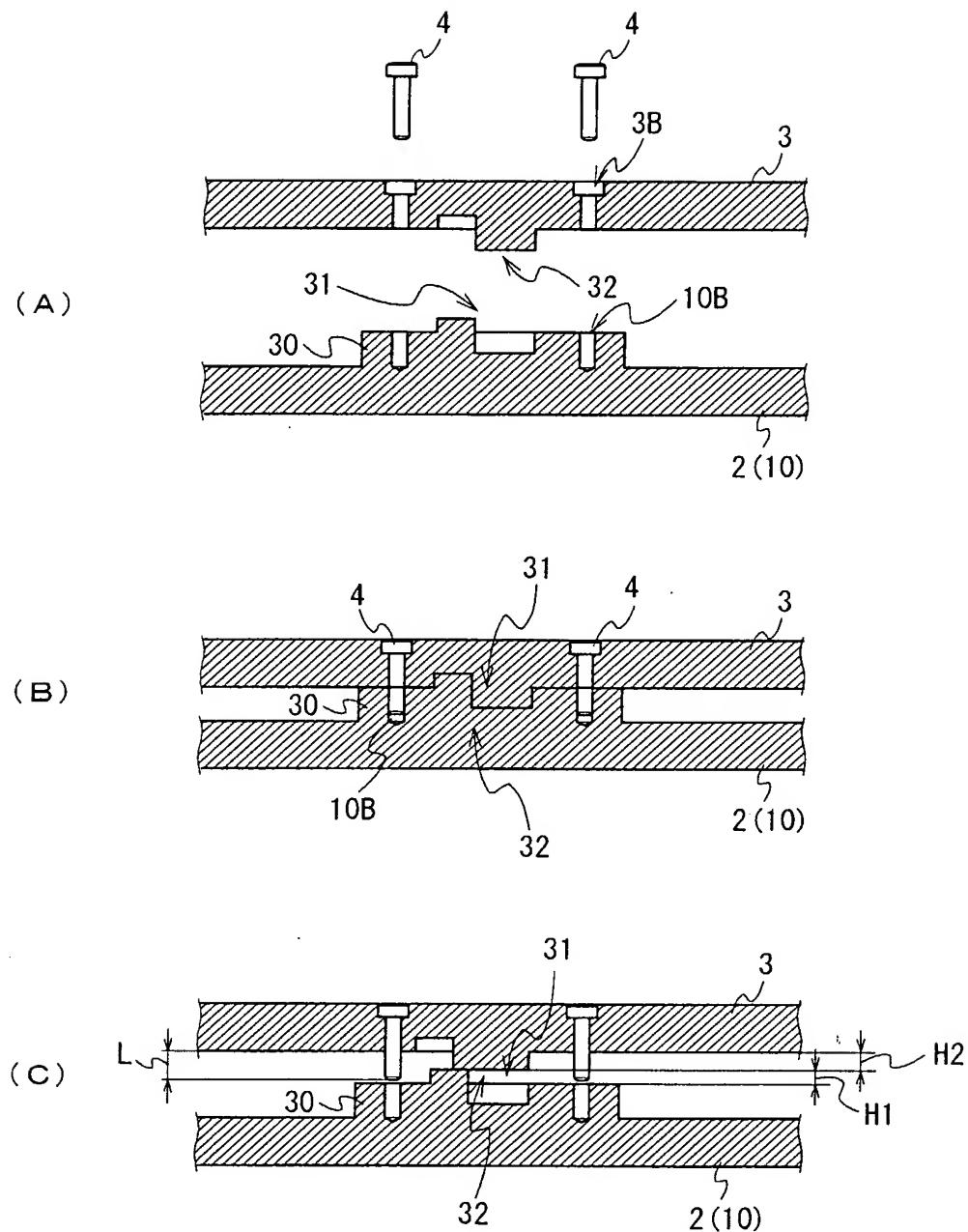


図 4

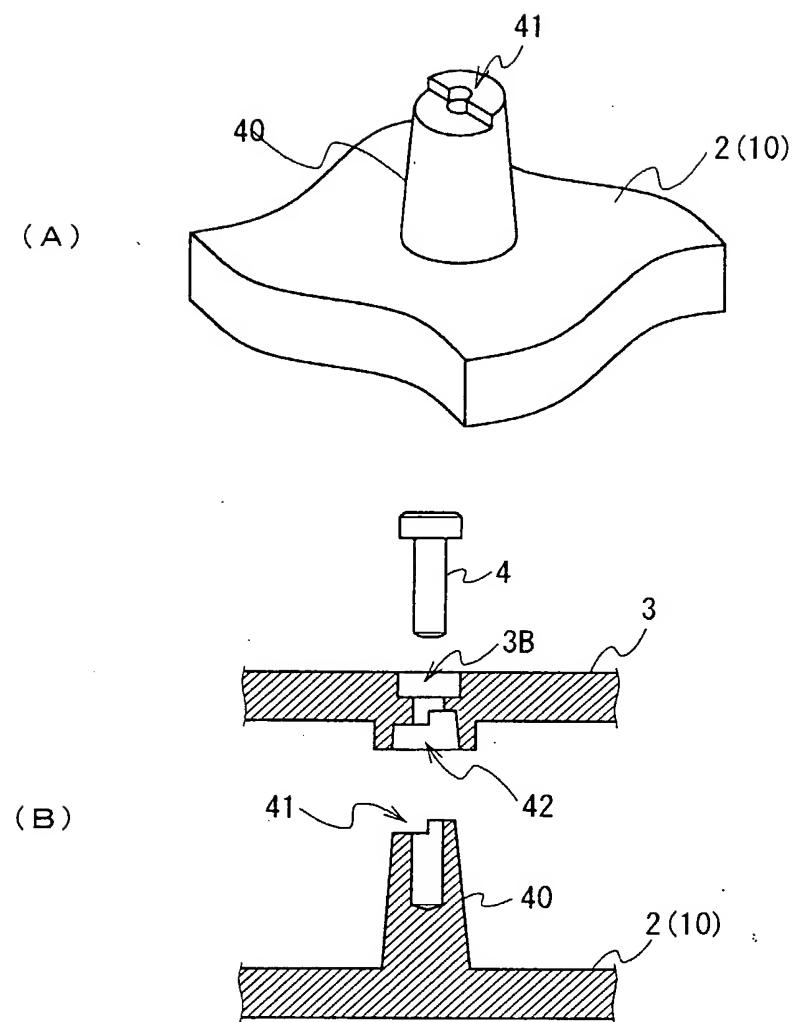


図 5

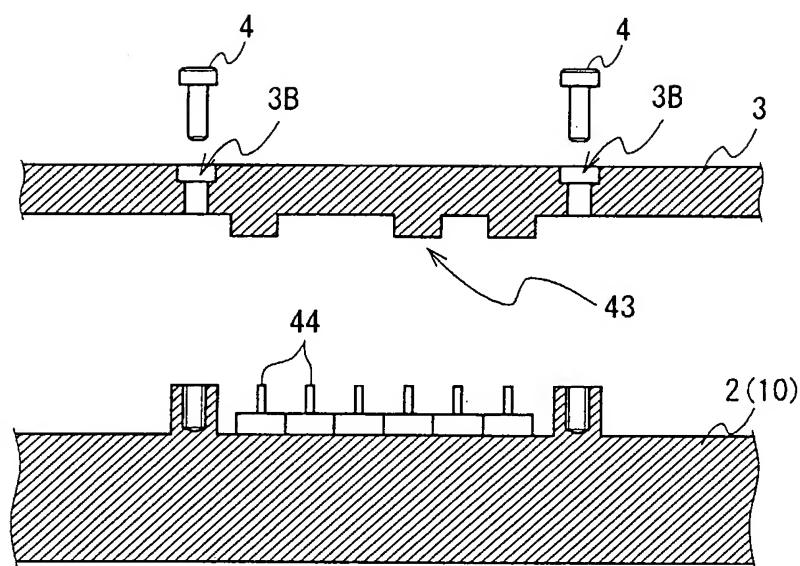


図 6

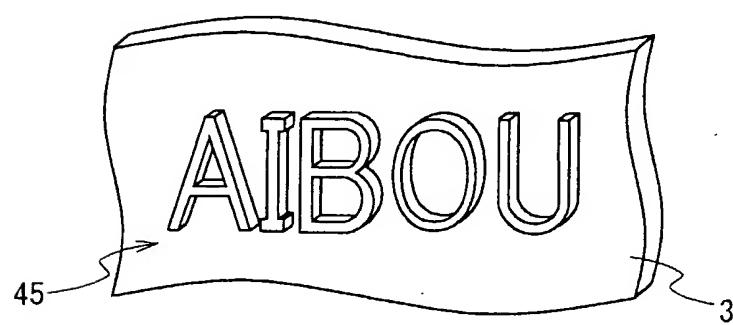


図 7

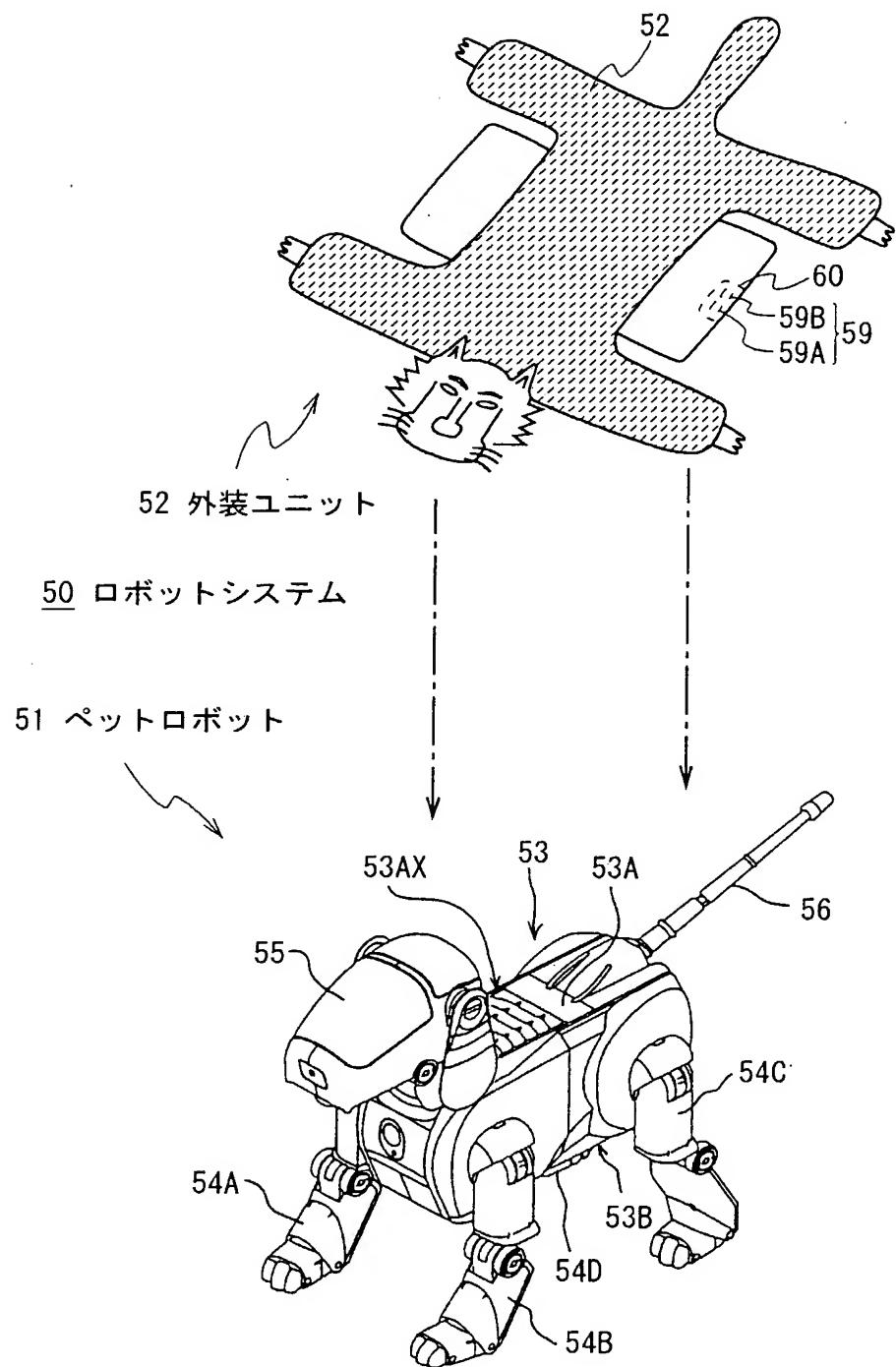


図 8

51 ペットロボット

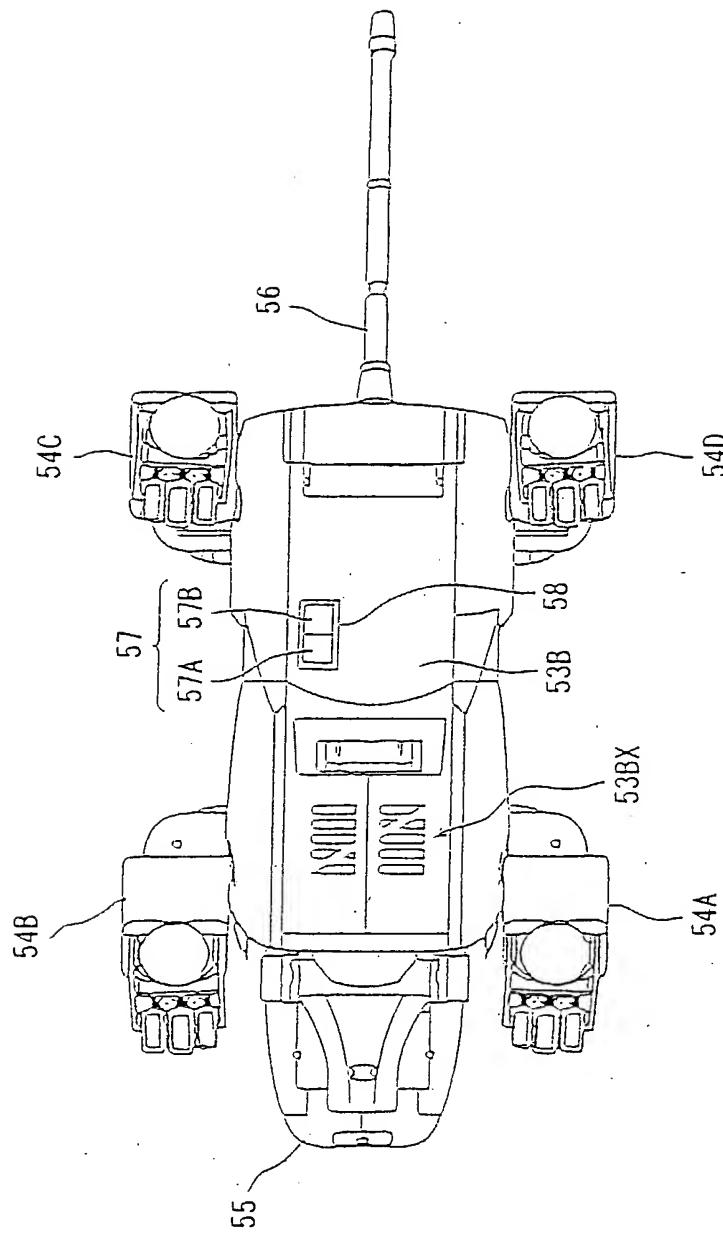


図 9

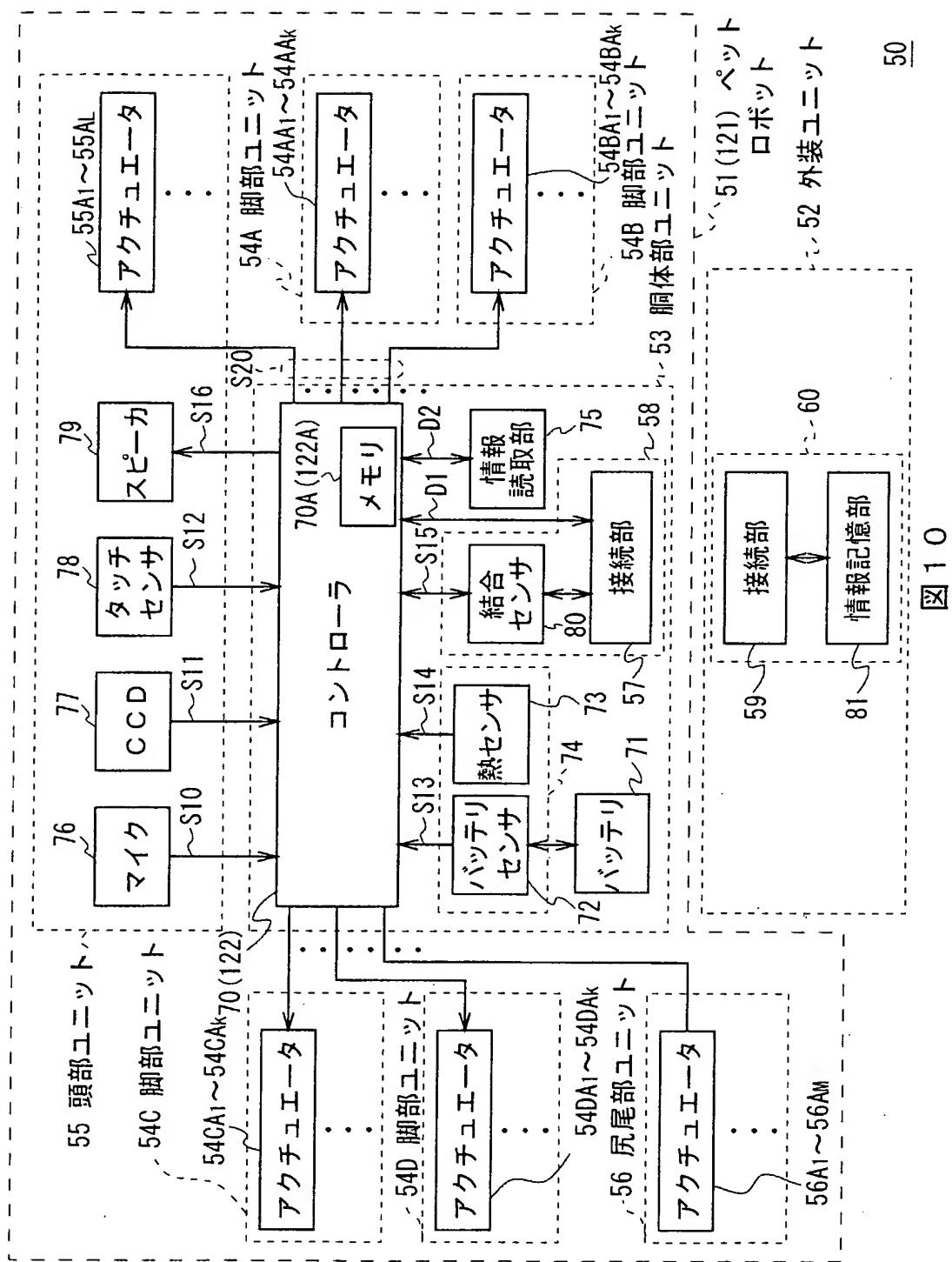


図 10

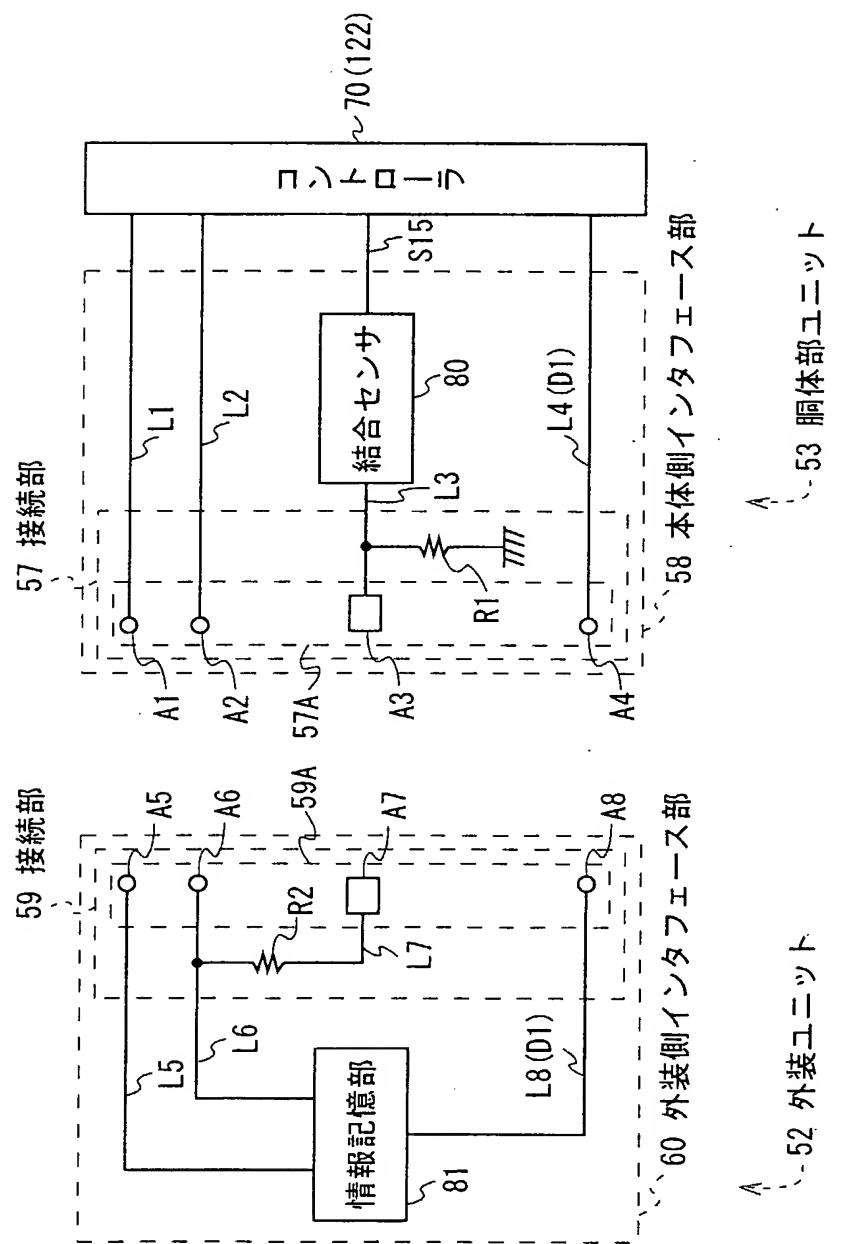


図 11

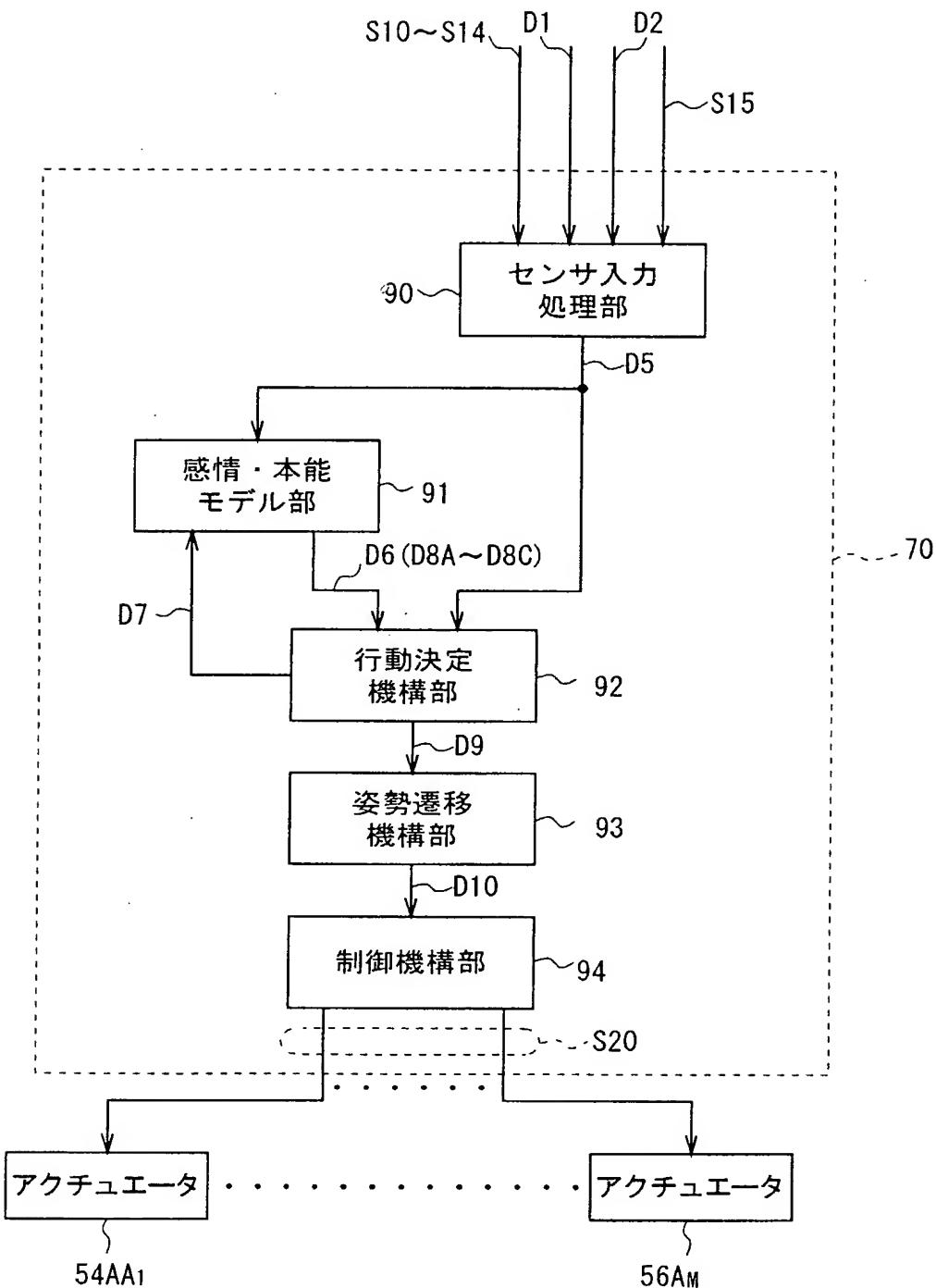


図 1 2

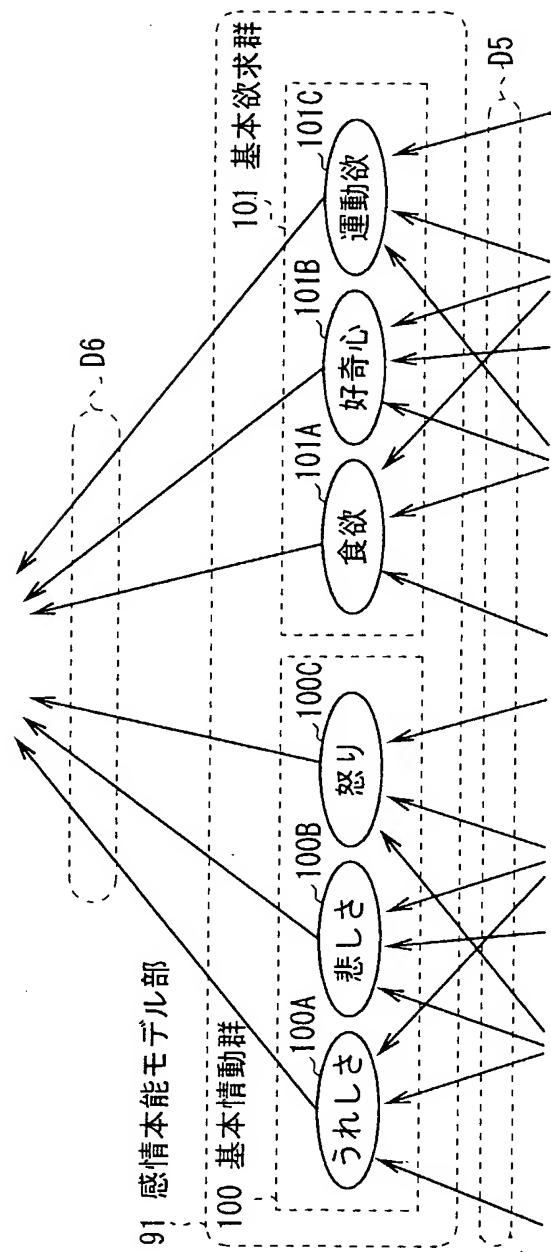


図 13

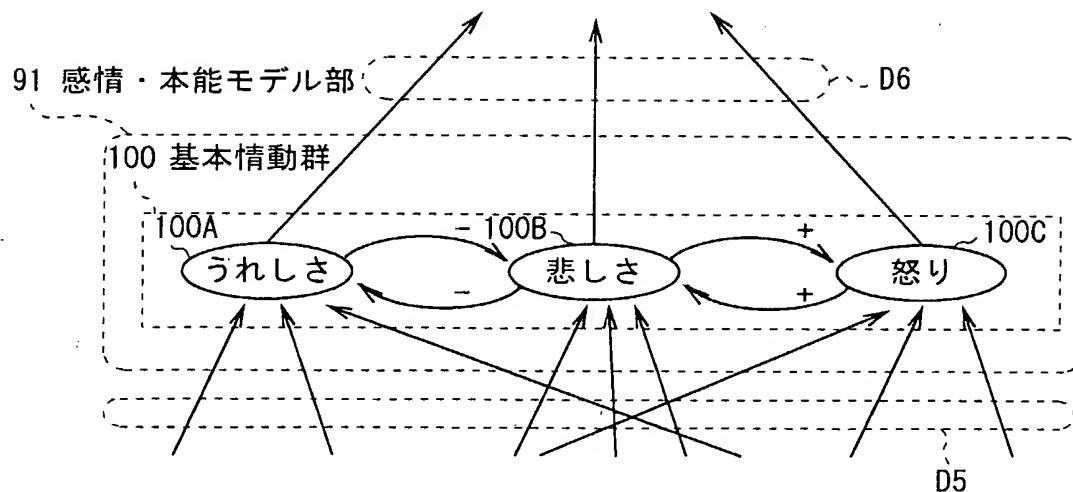


図 1-4

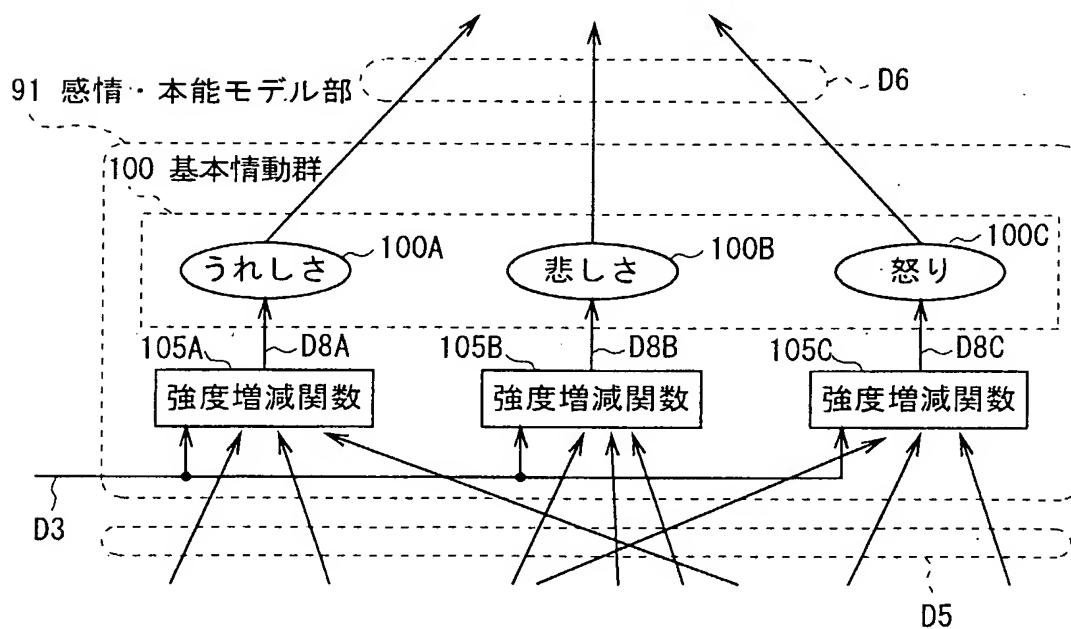


図 1-5

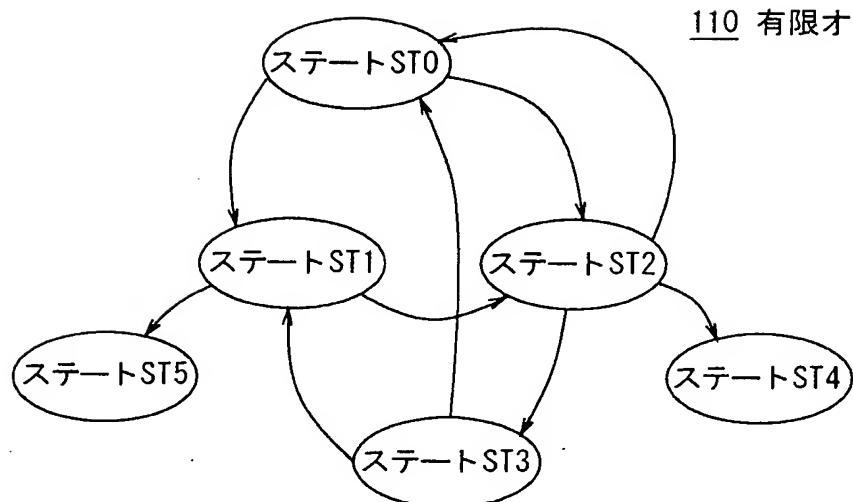
110 有限オートマトン

図 1 6

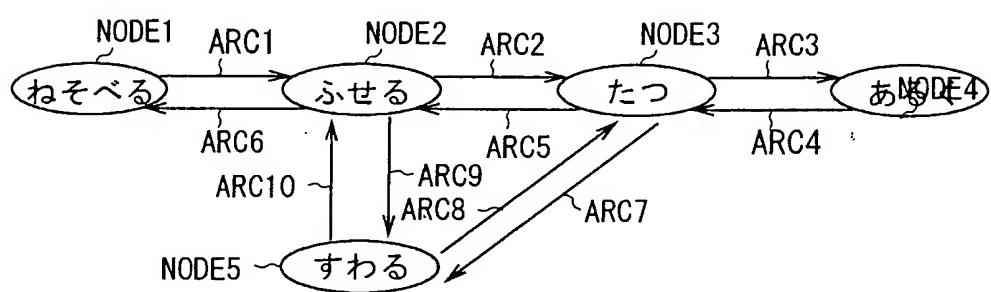
111 有向グラフ

図 1 7

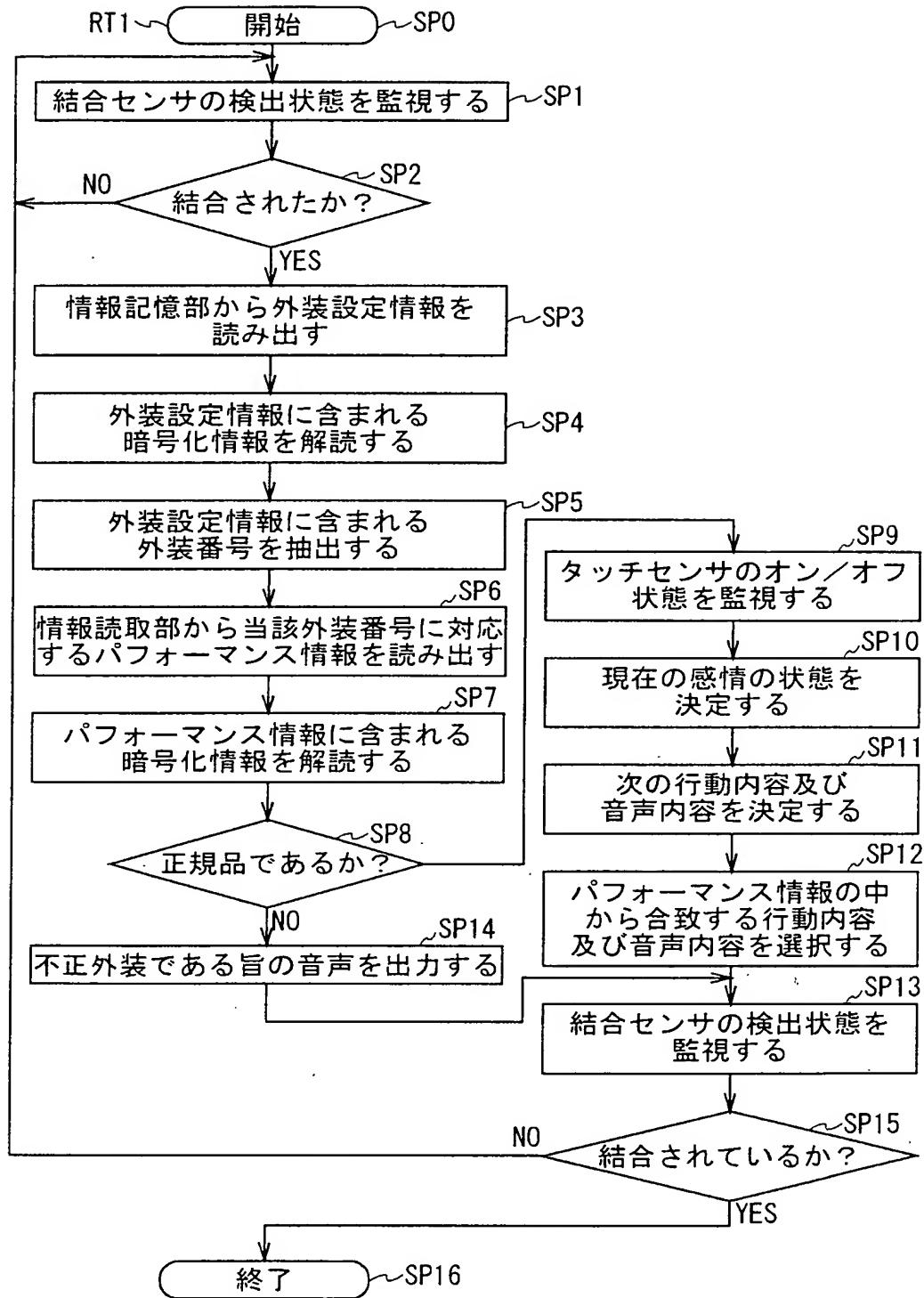


図 18

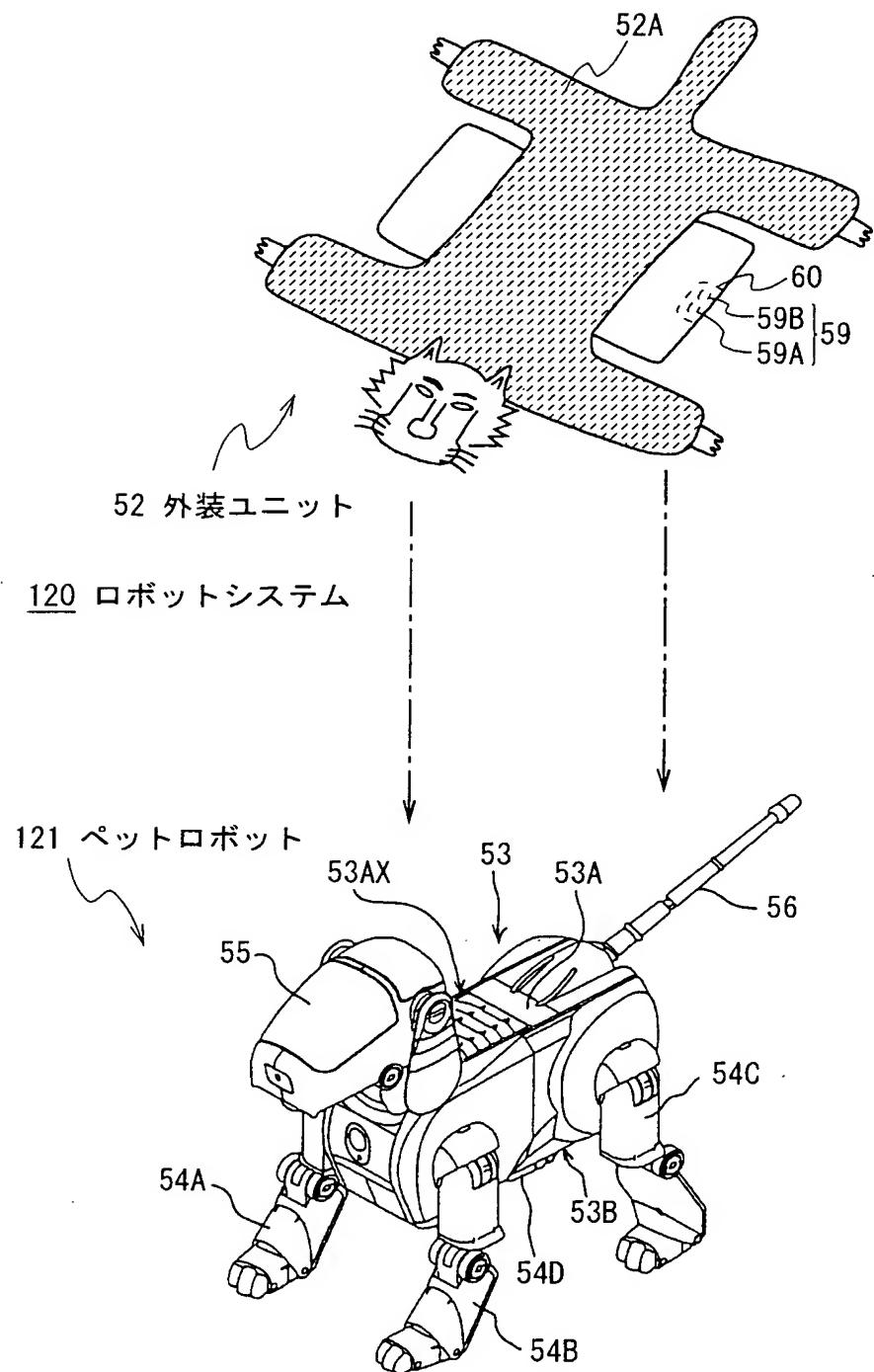


図 19

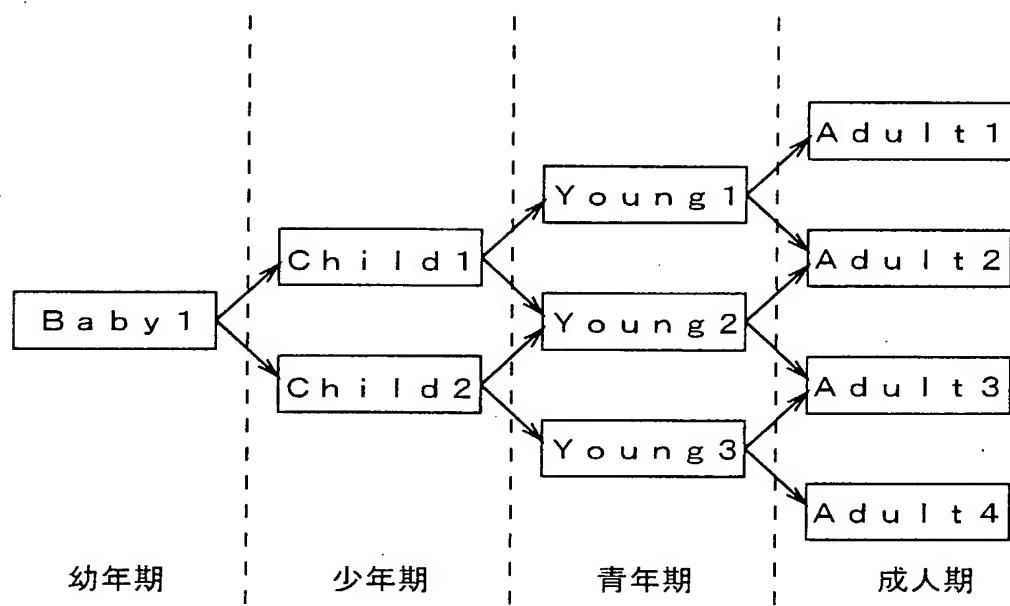


図20

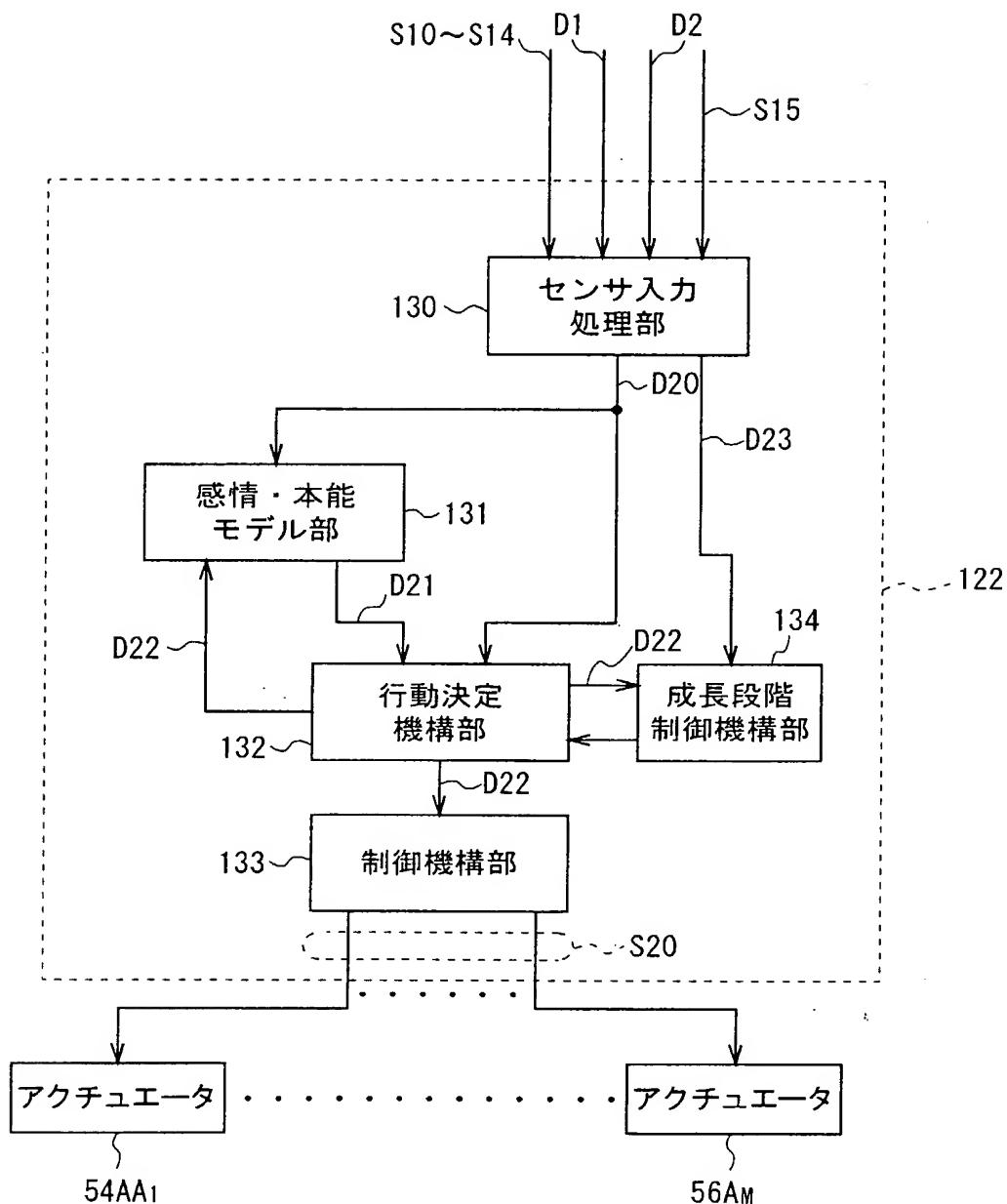


図 2 1

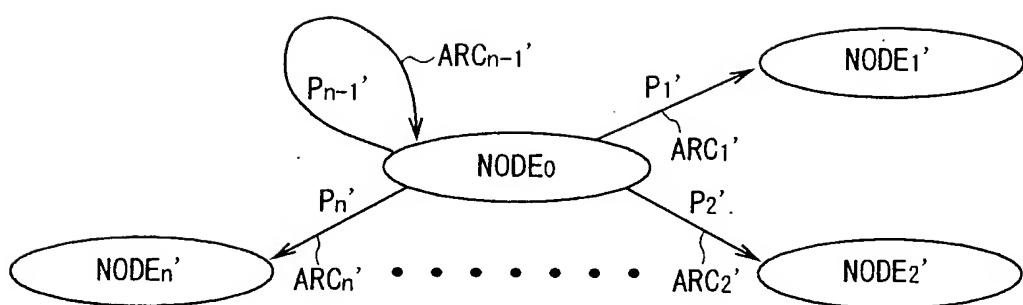


図 22

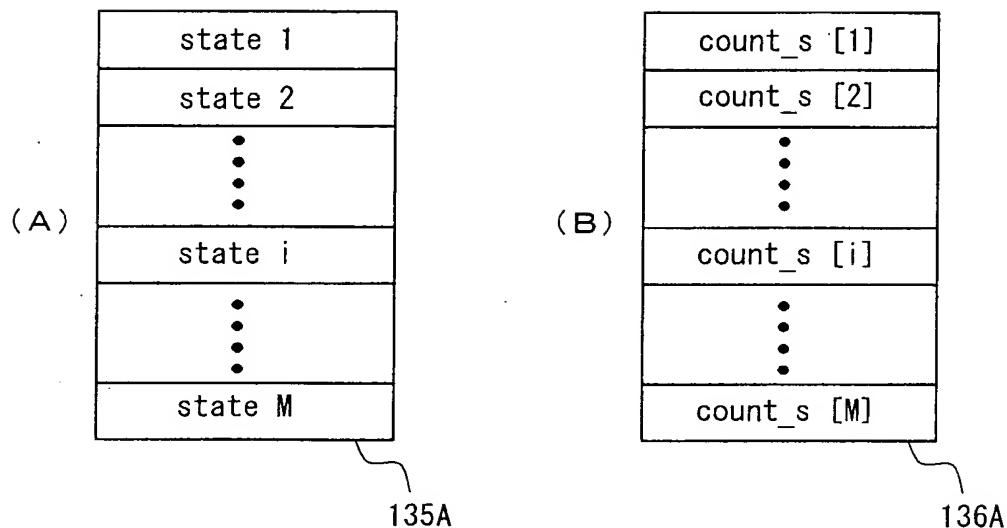


図 2 3

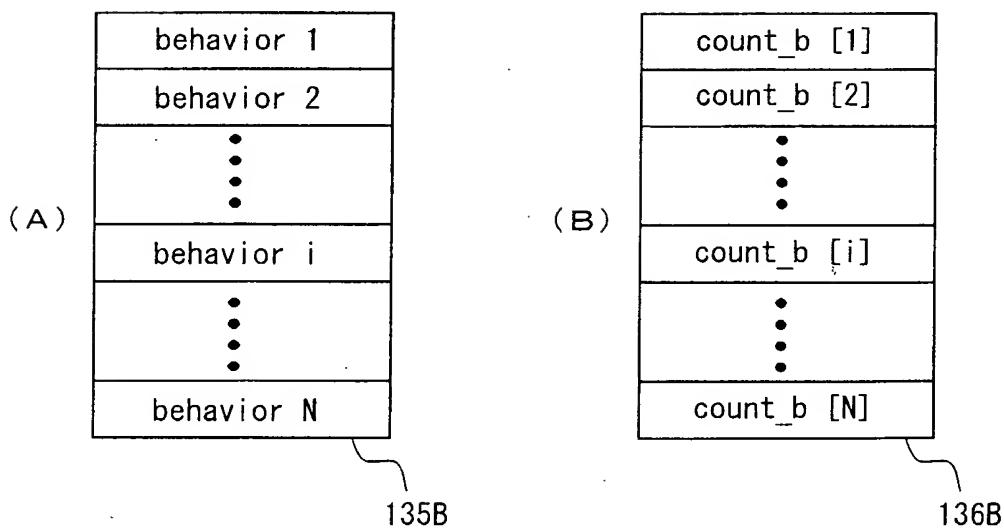


図 2 4

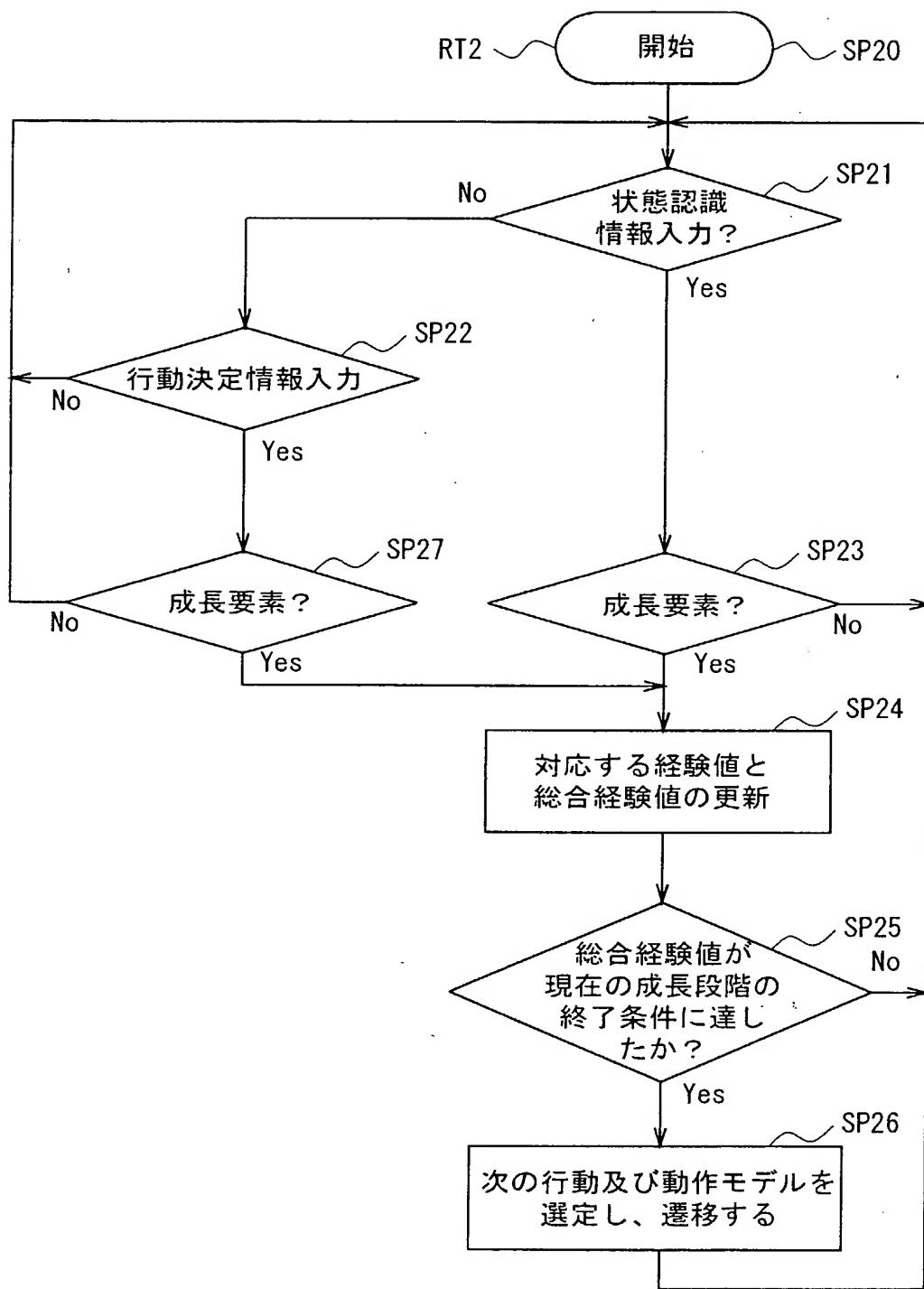


図 25

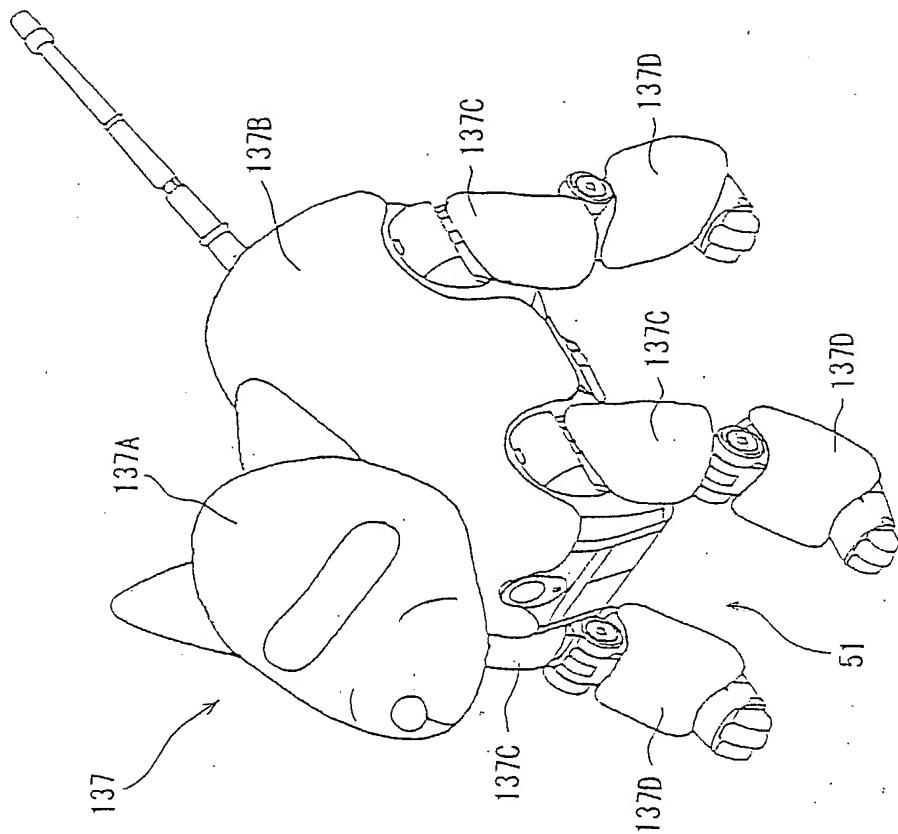


図 26

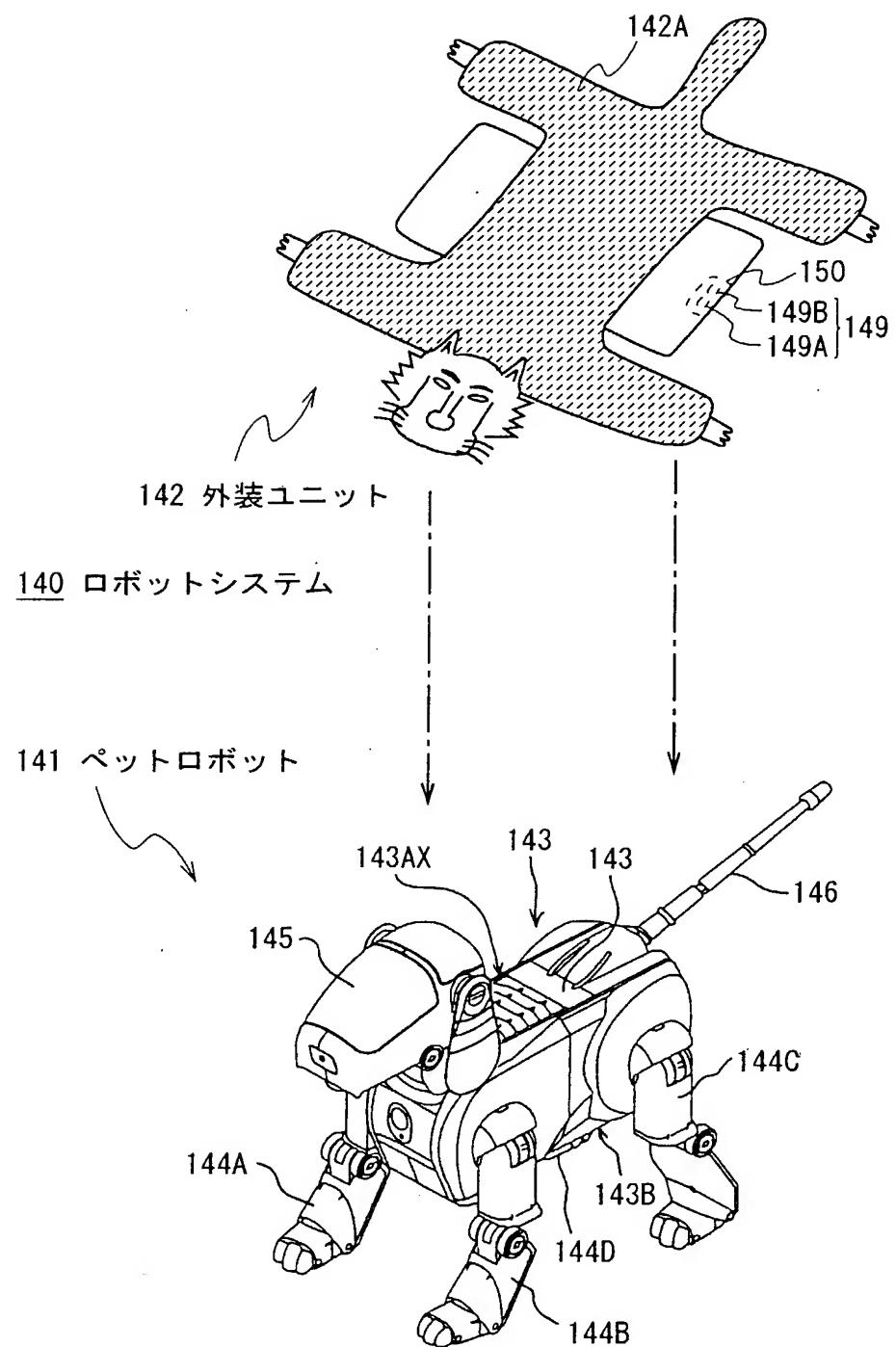


図 27

141 ベンチロボット

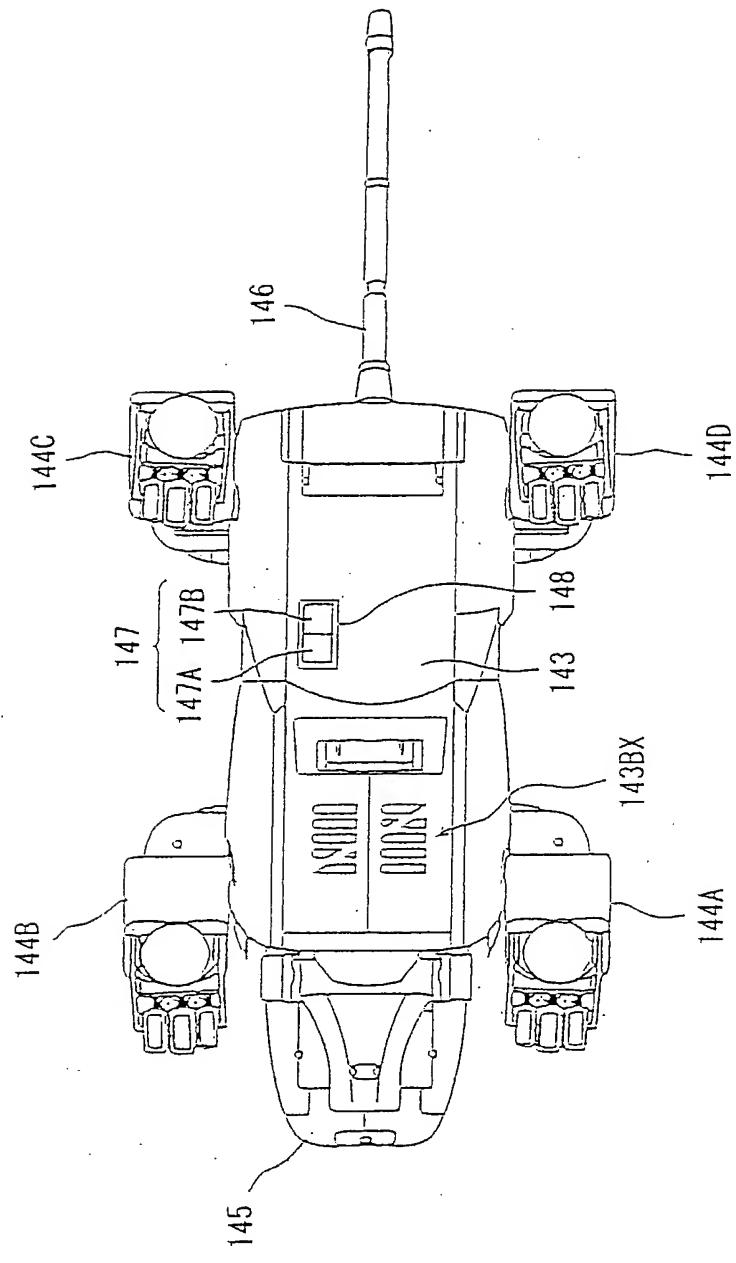


図 28

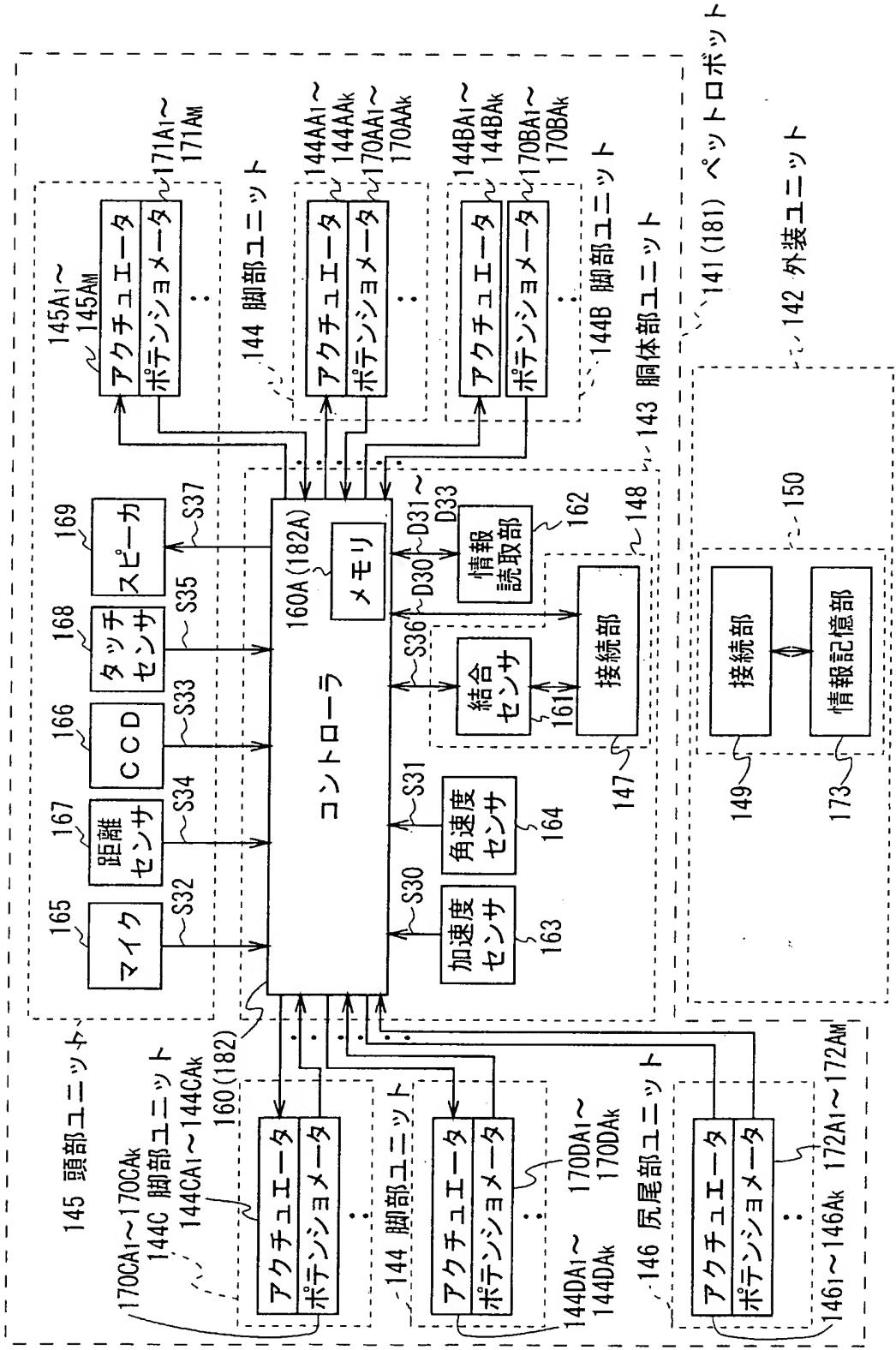


図 29

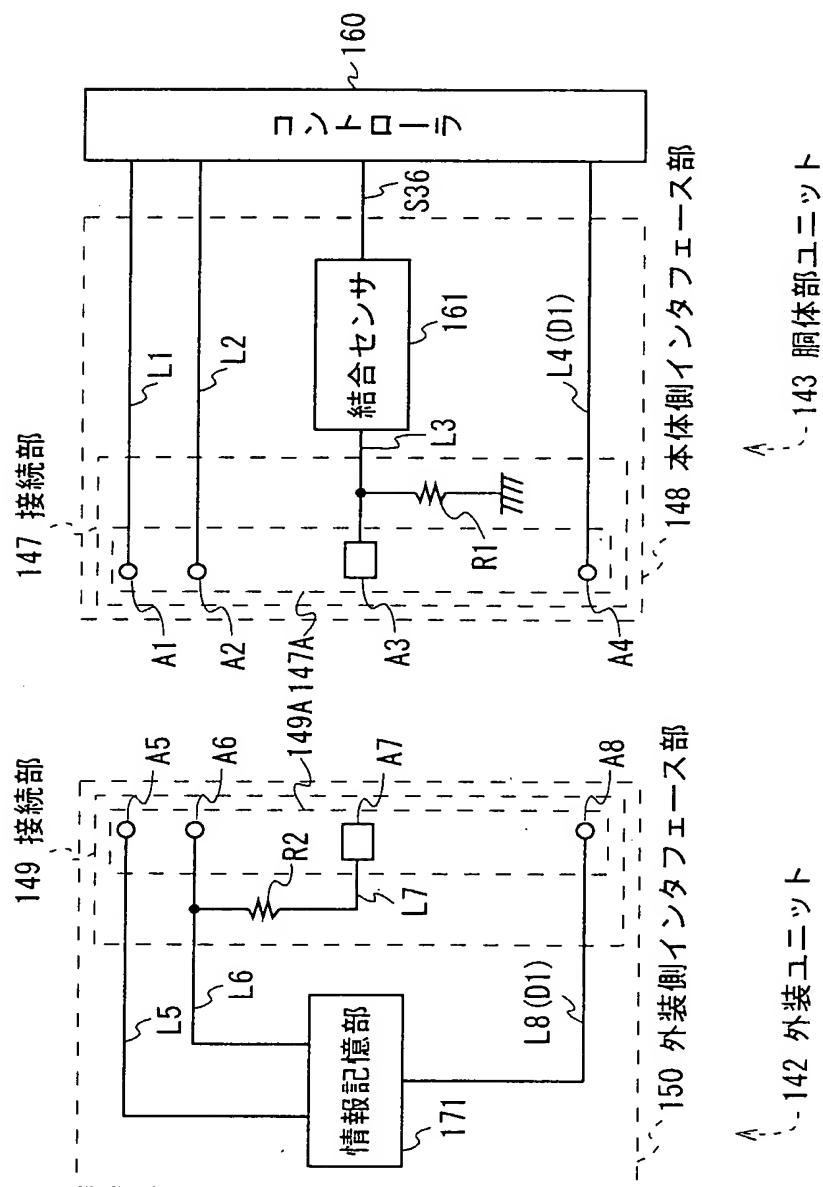


図30

parameter	unit	initial range
body center x	mm.	85-95
body center z	mm.	-5-5
body pitch	degrees	-5-5
all legs y	mm.	5-25
front legs z	mm.	24-40
rear legs z	mm.	15-29
step length	n. a.	80-220
swing height	mm.	15-29
swing time	ms.	200-400
swing mult.	n. a.	1.5-2.5
switch time	ms.	500-900
ampl body x	mm.	-2-2
ampl body y	mm.	0-20
ampl body z	mm.	-2-2
ampl yaw	degrees	-2-2
ampl pitch	degrees	-3-3
ampl roll	degrees	-3-3
min. gain	n. a.	25-175
shift	degrees	60-120
length	degrees	90-150
L-R	n. a.	0.25-0.5
F-H	n. a.	0.5-0.75

図 3 1

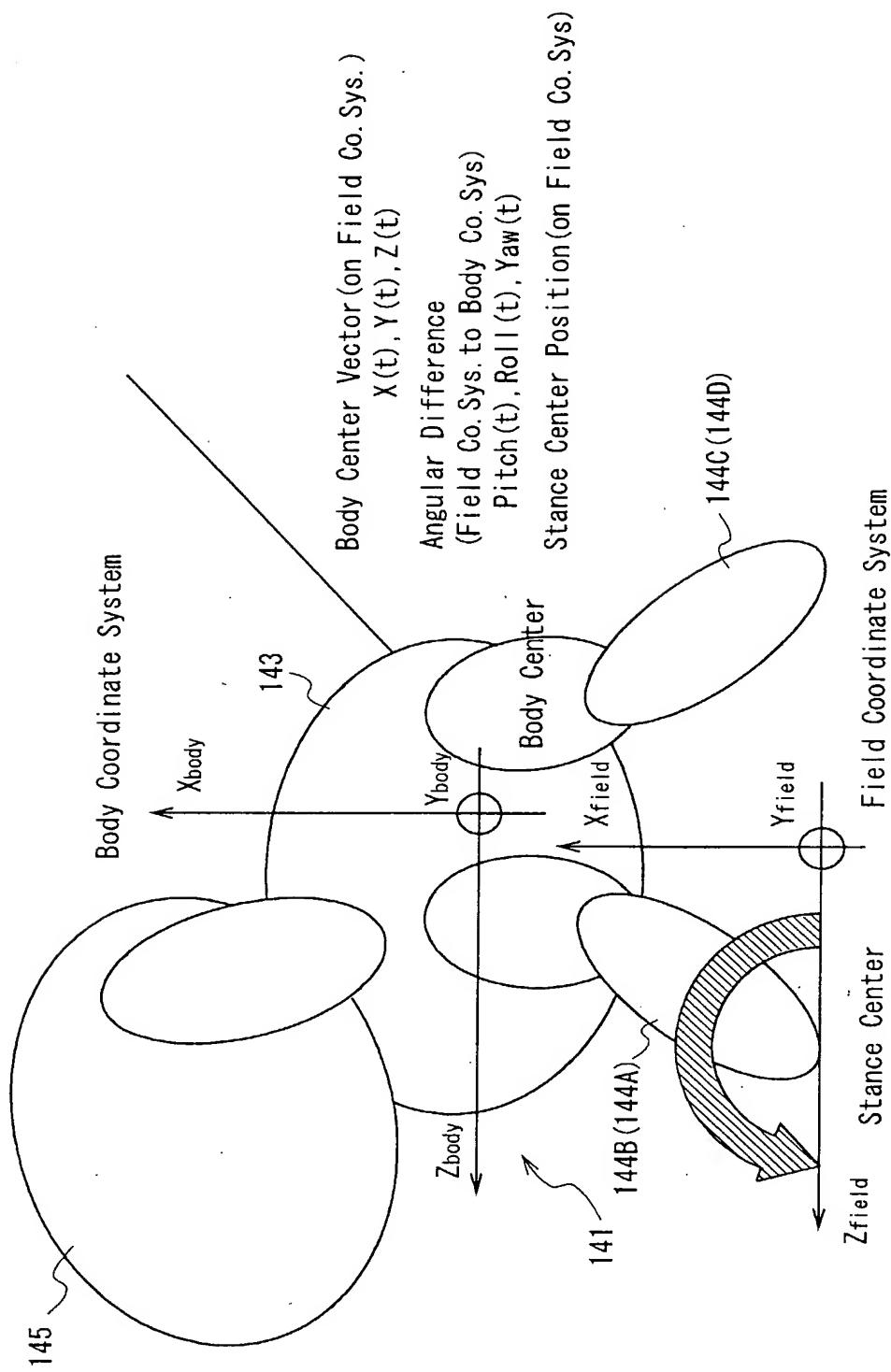


図 3 2

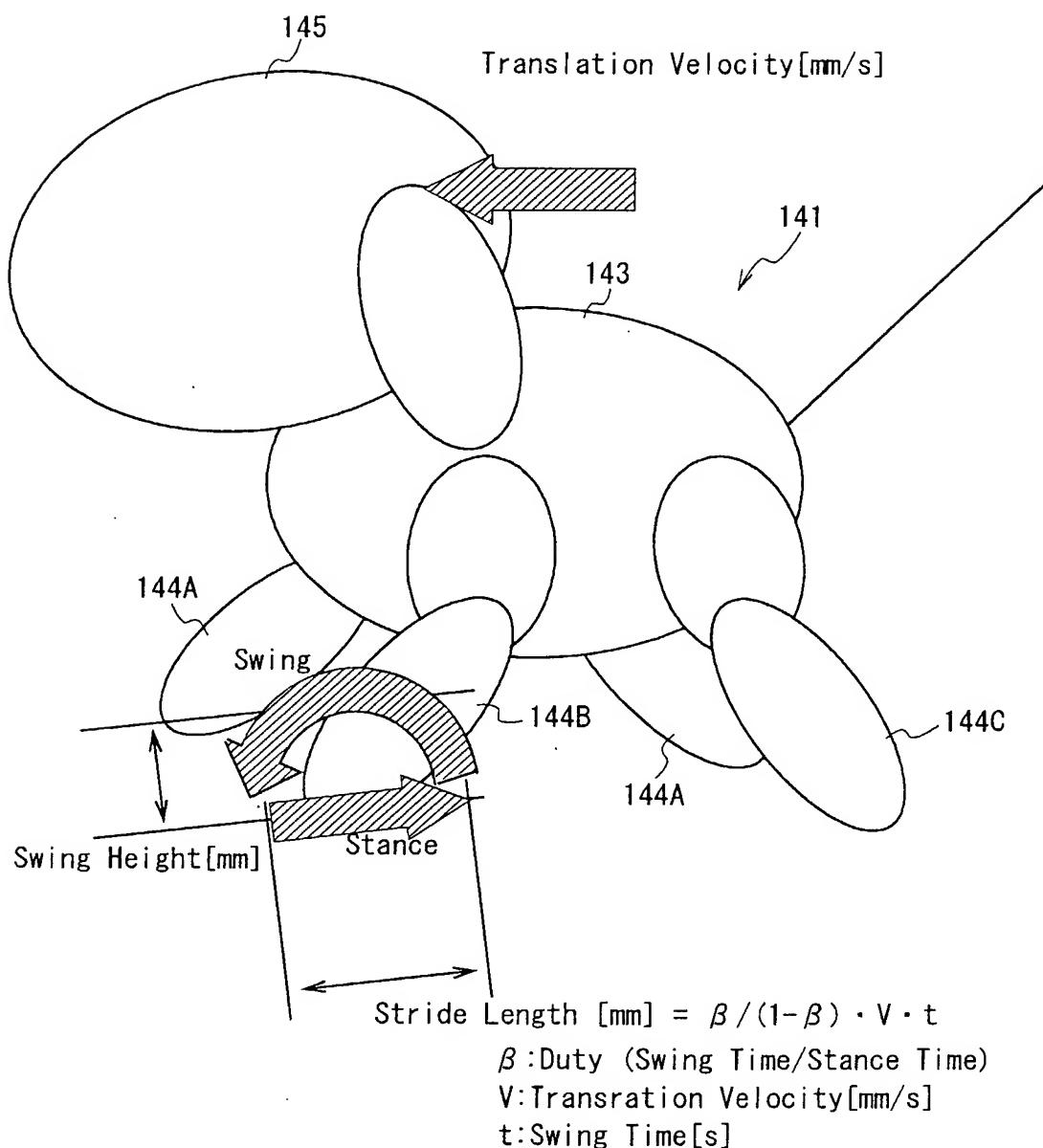


図 3 3

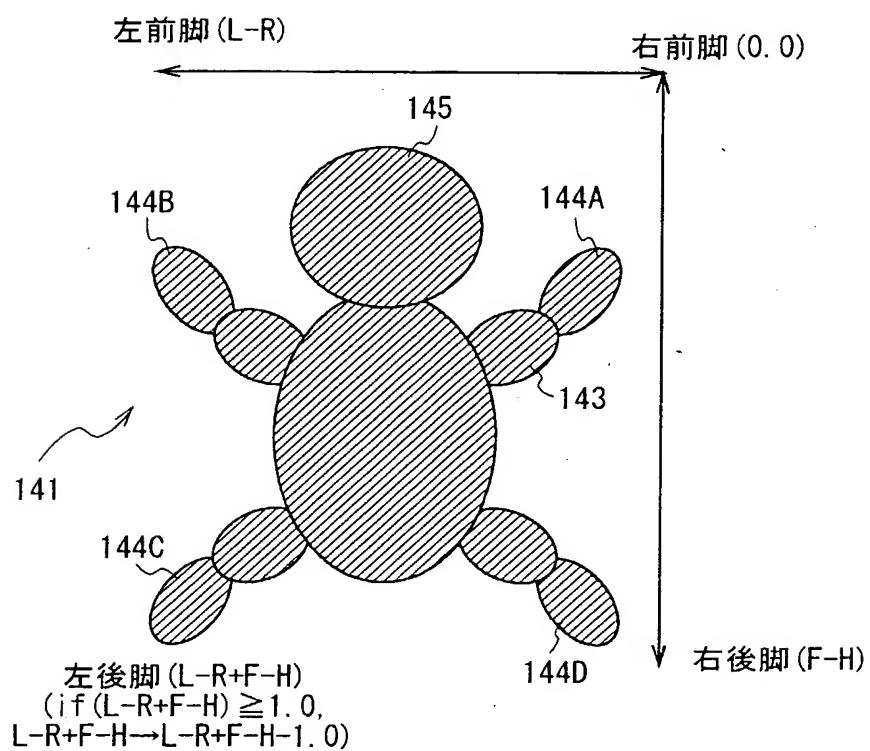


図 3 4

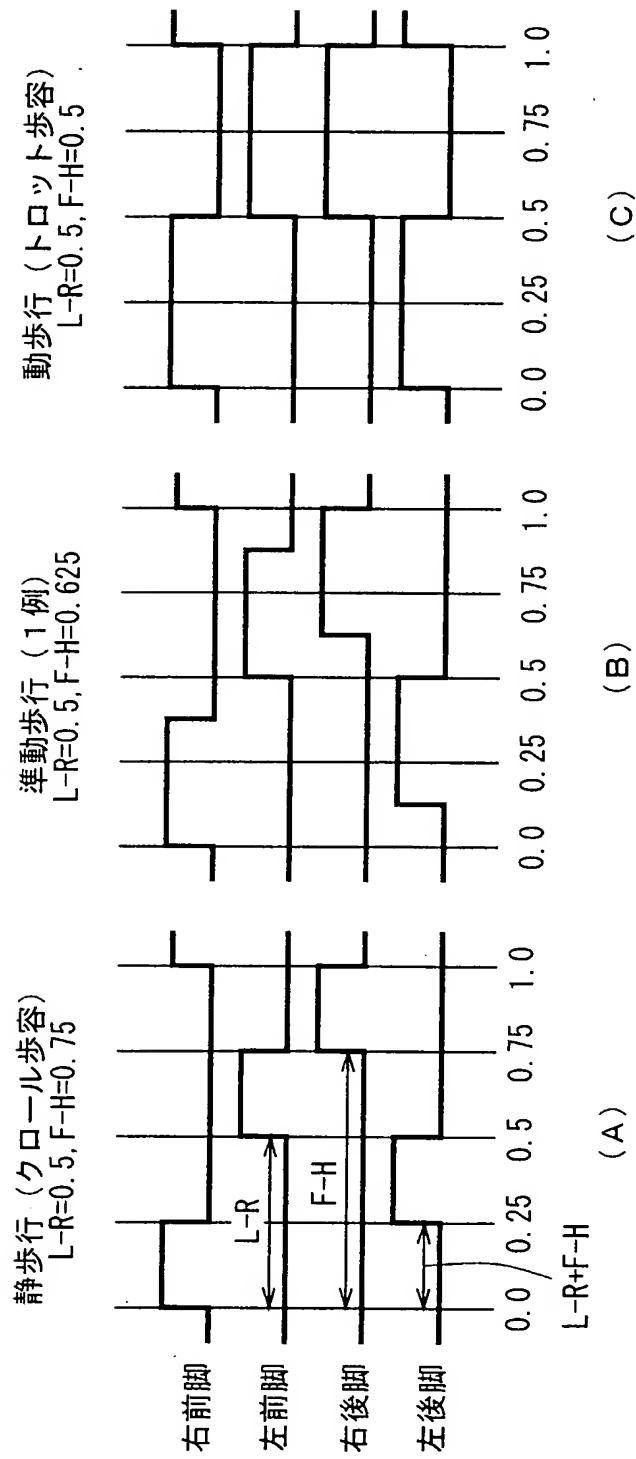
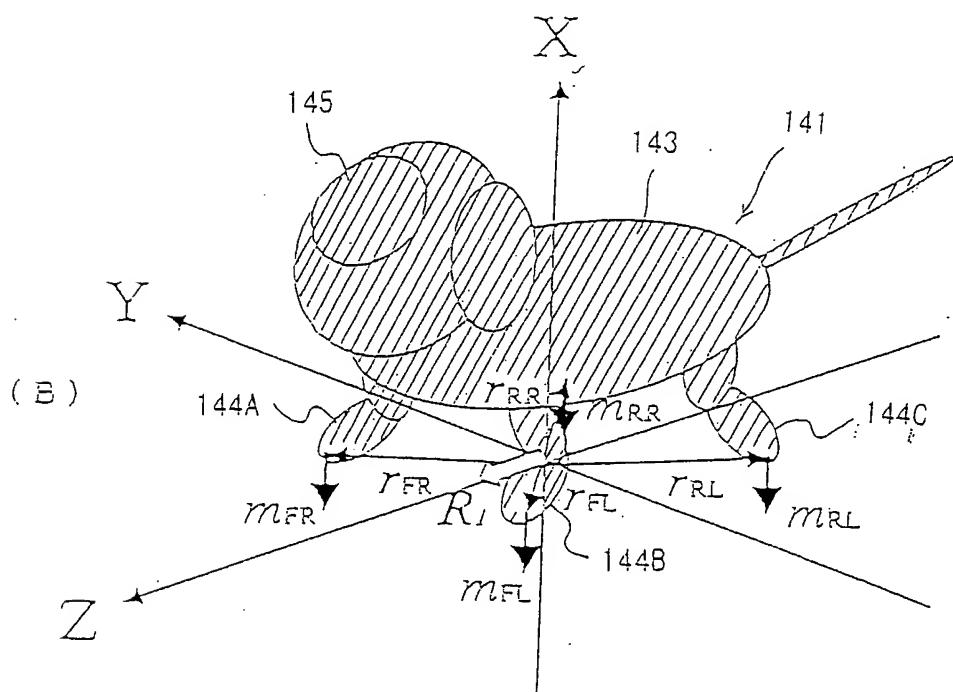
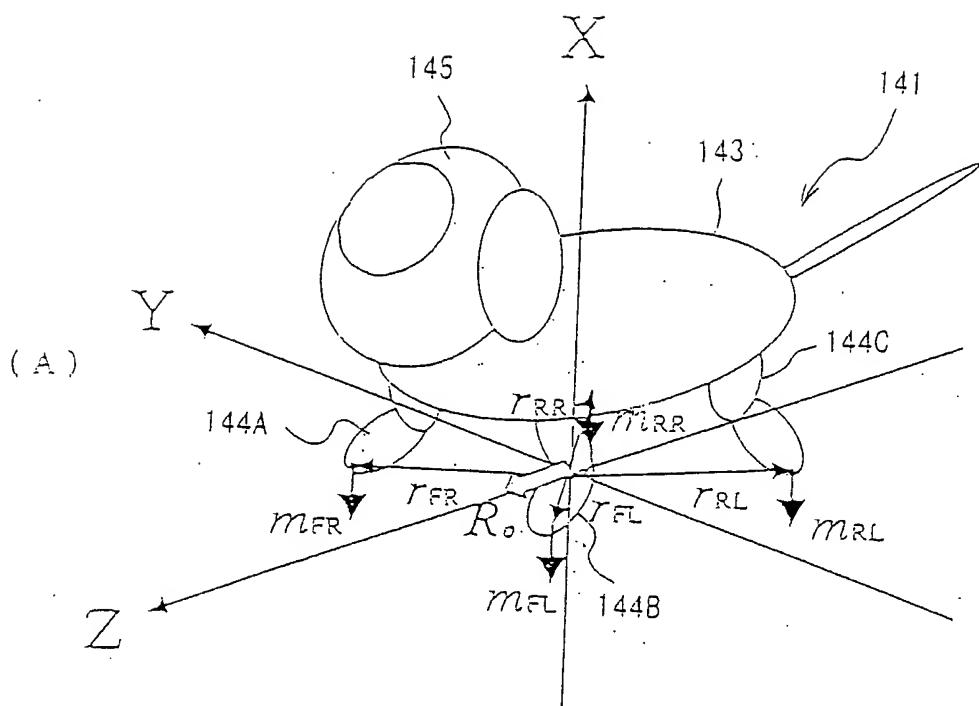


図 35



四 3 6

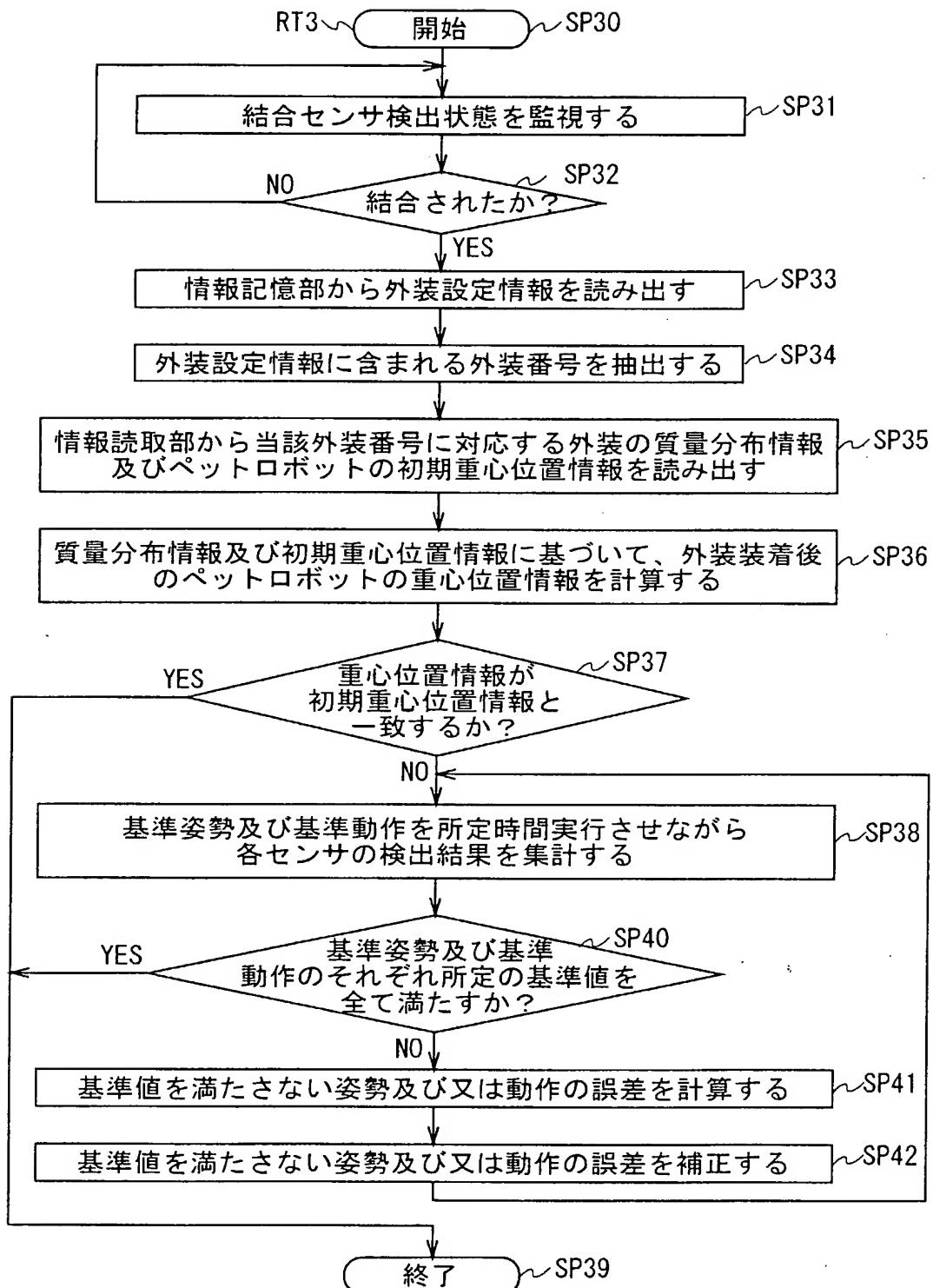


図 37

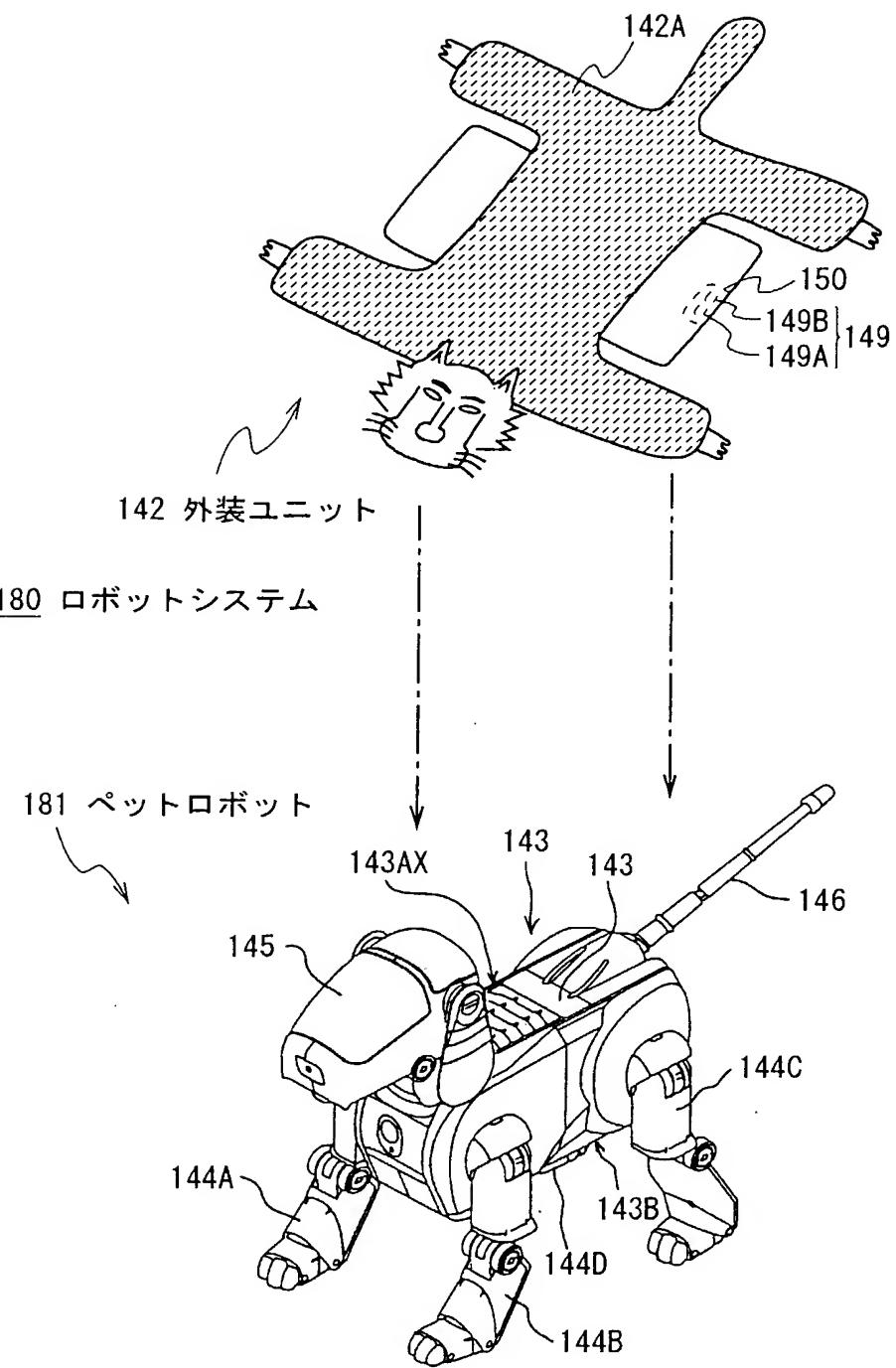


図 3 8

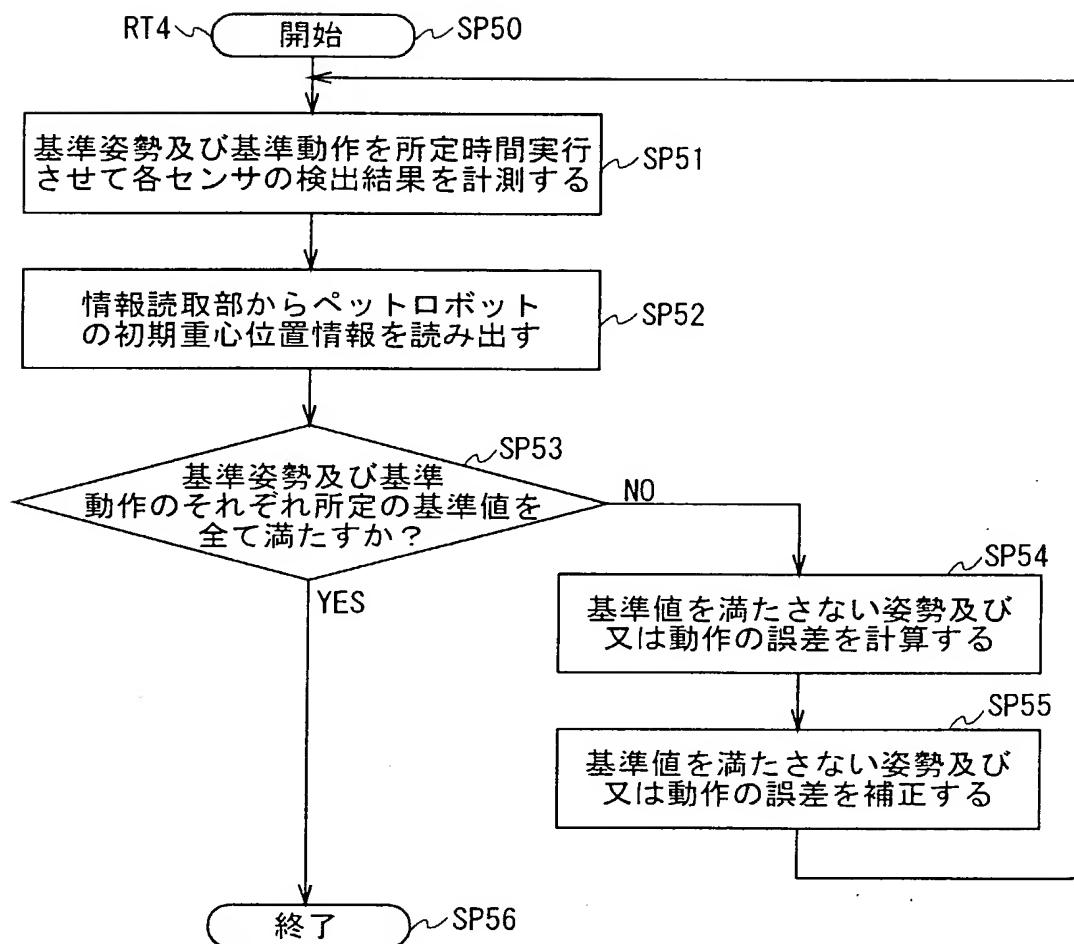


図 3 9

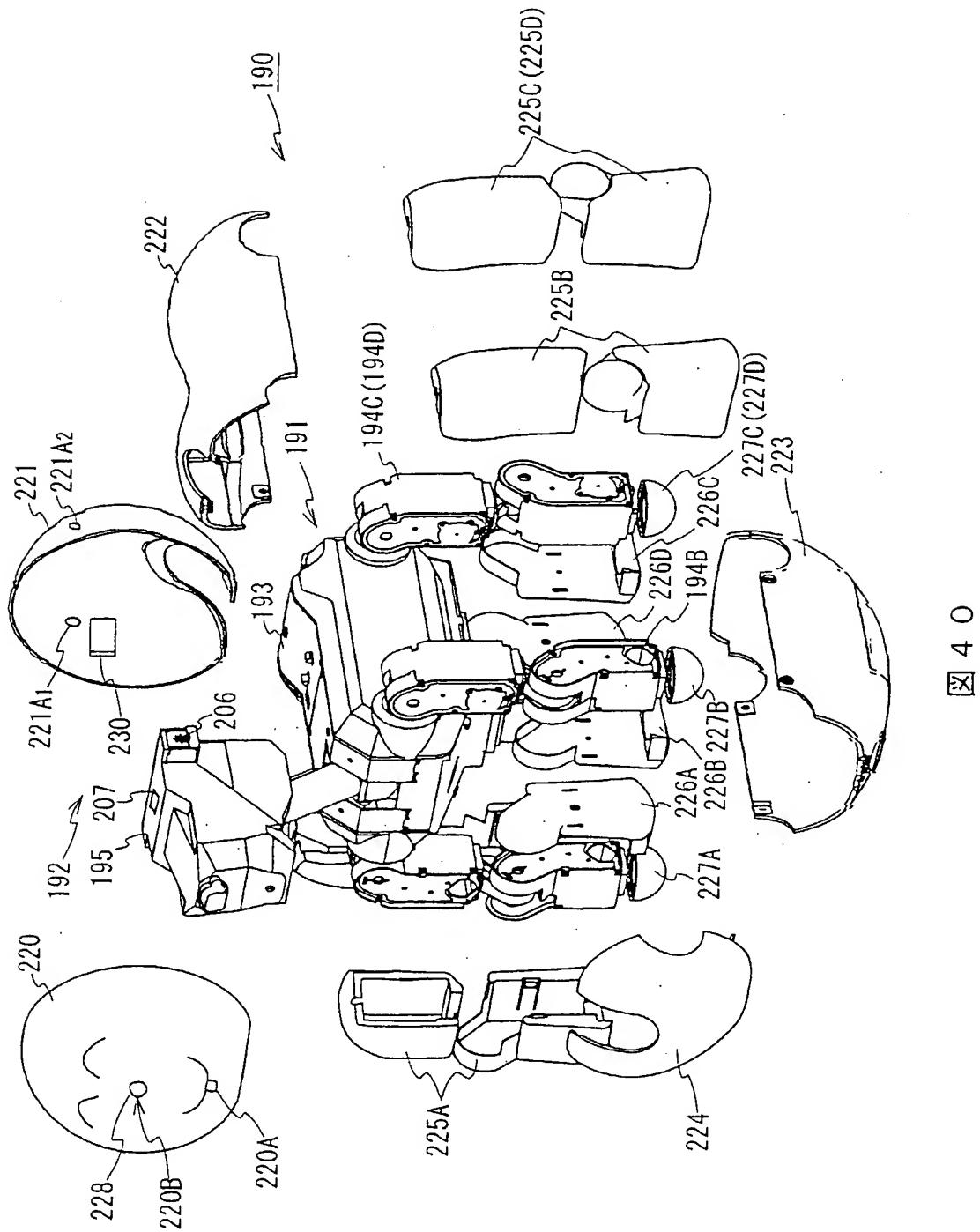


图 40

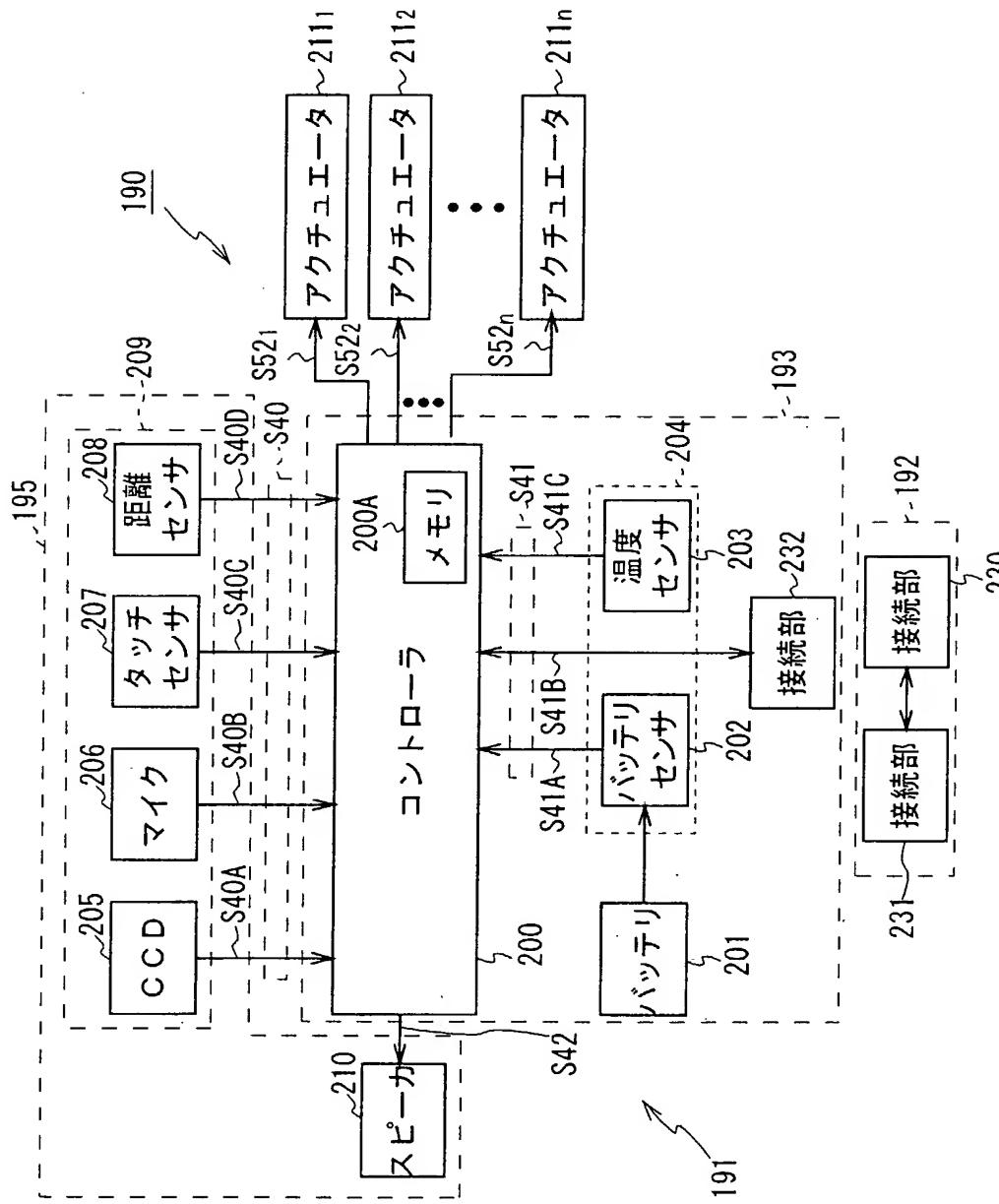


図4 1

・外装型名[M] -外装ID and/or Ver.情報 ・対象ポート型名[M] -ポートID and/or Ver.情報 ・ポート情報[M] -Support Port Type(1 and/or 2) [M] -Input Port ・センサーデバイスの有り無し情報[M] ・センサーデバイスの特性情報[O] -(SW or ??)	・性格情報[M] -4種(2Bit) or 8種(3Bit) -256種(1Byte) ・キャノビ一特性[M, O] -256種(1Byte) ・色種類によるOffset補正值 ・外装物理情報[O] -重心 -動作情報 -可動範囲	・[M]:Mandatory ・[O]:Optional (Extended)
---	--	--

図 4 2

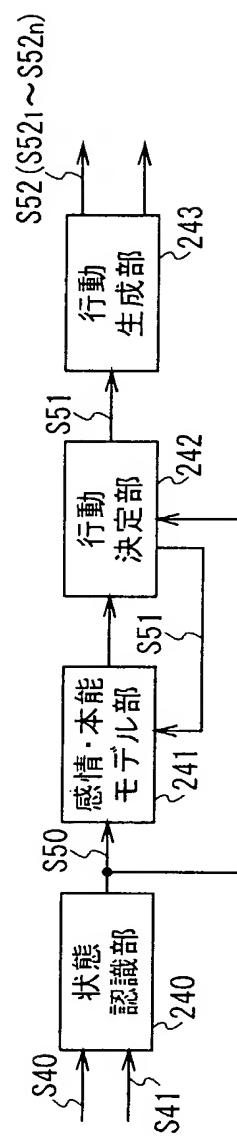


図 4 3

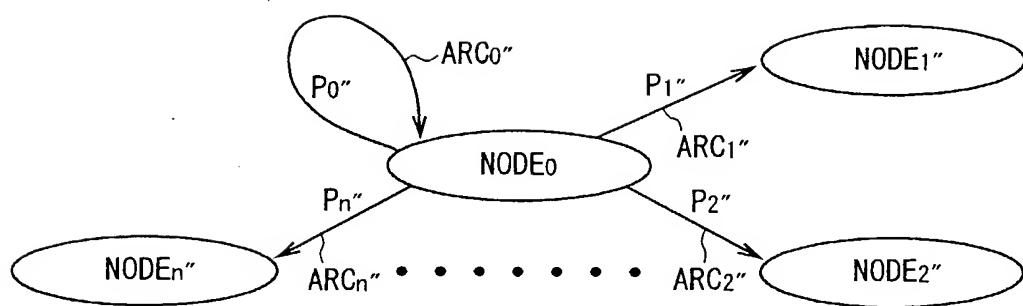


図 4 4

入力ベクトル名		データ名		データの範囲		他のノードへの遷移確率	
遷移先ノード	出力行動	A	B	C	D	n	
node 100			node 120	node 1000	node 600		
						ACTION 4	
						ACTION 3	
						ACTION 2	
						ACTION 1	
1	BALL	SIZE	0, 1000	30%	40%		
2	PAT						
3	HIT				20%		
4	SOUND						
5	OBSTACLE	DISTANCE	0, 100				
6		JOY	50, 100				
7		SURPRISE	50, 100				
8		SADNESS	50, 100				

图 4-5

244

距離(cm)	t_{dL}	黒(0度)	黒(5度)	黒(10度)	黒(15度)	黒(20度)	黒(25度)	黒(30度)
5	2.18	2.11	2.06	2.06	2.09	2.04	2.11	2.11
6	2.4	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.4	2.4
10	1.813	1.837	1.837	1.837	1.837	1.837	1.825	1.825
20	0.986	1.066	1.022	1.022	1.01	0.984	0.984	0.997
30	0.667	0.896	0.793	0.78	0.741	0.678	0.69	0.703
40	0.51	0.896	0.754	0.716	0.651	0.534	0.547	0.586
50	0.418	0.985	0.78	0.742	0.638	0.47	0.482	0.534
60	0.353	1.078	0.854	0.792	0.66	0.424	0.456	0.521
70	0.313	1.155	0.934	0.871	0.742	0.4	0.44	0.53
80	0.28	1.265	1.022	0.959	0.783	0.39	0.44	0.55
90	0.253	1.375	1.098	1.048	0.9	0.38	0.44	0.58

図 4 6

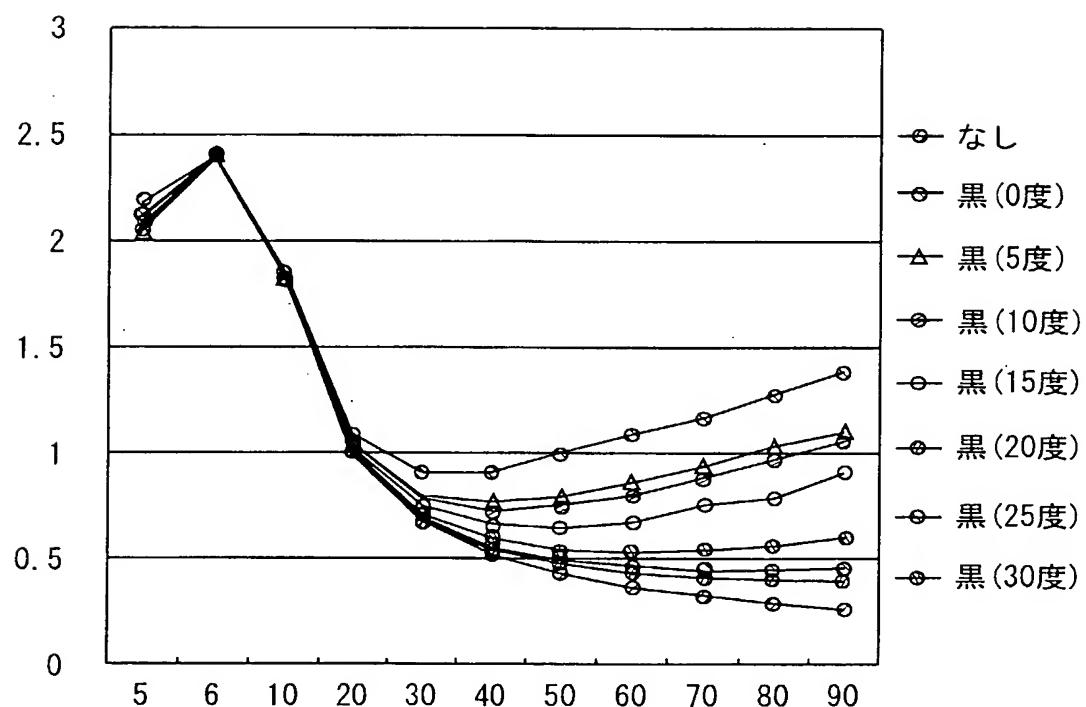


図 4 7

距離(cm)	なし	黄色	緑	青	赤
5	2.13	2.07	2.05	2.02	2.06
6	2.4	2.4	2.39	2.39	2.4
10	1.84	1.835	1.852	1.834	1.849
20	0.988	0.994	1	0.994	0.997
30	0.695	0.675	0.675	0.688	0.678
40	0.525	0.532	0.538	0.545	0.521
50	0.433	0.443	0.446	0.467	0.429
60	0.368	0.377	0.38	0.431	0.37
70	0.328	0.339	0.322	0.402	0.324
80	0.3	0.3	0.268	0.38	0.295
90	0.27	0.274	0.22	0.379	0.27

図 4 8

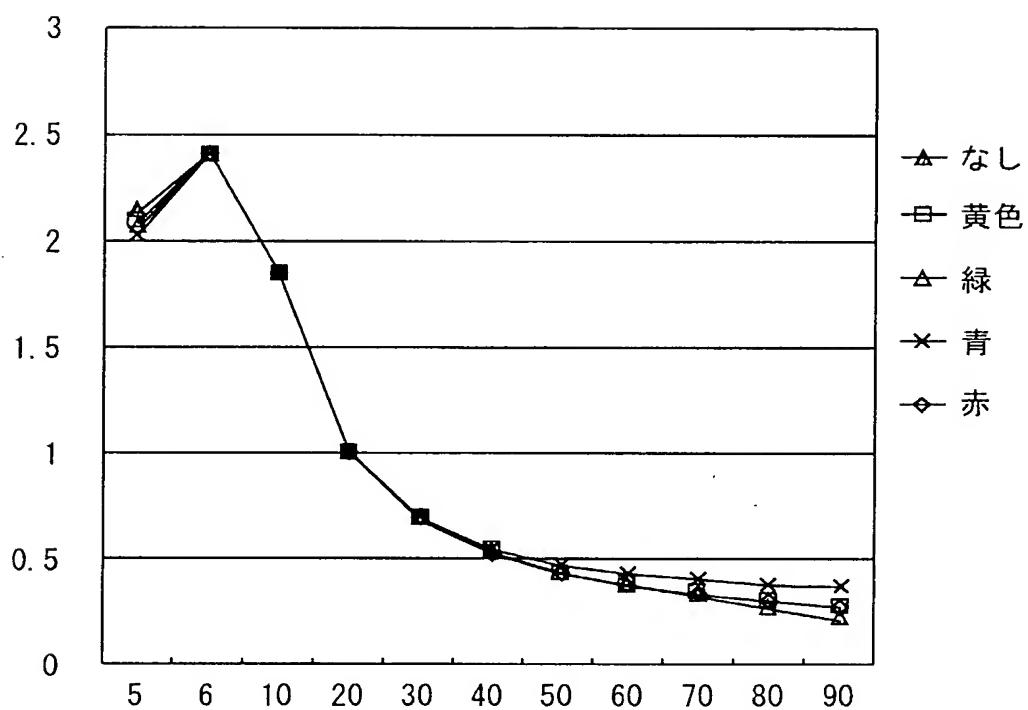


図 4 9

符 号 の 説 明

1、50、120、140、180、190……ロボットシステム、2、51
、121、141、181……ペットロボット、3、52、142、192……
外装ユニット、3B……ねじ用孔、4……ねじ、10A……ねじ穴、20……コ
ントローラ、31……ロボット側凹凸パターン、31A、32A……凸部、31
B、32B……凹部、32……外装側凹凸パターン、41、43、45……凹凸
パターン、44……タッチセンサ、57、59、147、148、231、23
2……接続部、58……本体側インターフェース部、60……外装側インタフェー
ス部、70、122、160、182、200……コントローラ、70A、12
2A、160A、182A、200A、230……メモリ、75、162……情
報讀取部、81、173……情報記憶部、90、130……センサ入力処理部、
91、131、241……感情・本能モデル部、92、132……行動決定機構
部。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07592

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B25J13/00, B25J5/00, A63H11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B25J13/00, B25J5/00, A63H11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1920-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	EP, 924034, A (SONY CORPORATION), 23 June, 1999 (23.06.99), Claims; page 8, Column 13, lines 37 to 45; Fig. 2 & JP, 11-188678, A Claims; page 9, Column 15, lines 2 to 9; Fig. 1 & AU, 9725998, A & CN, 1225304, A & BR, 9805614, A	1-17 18-21
Y	JP, 5-147339, A (Sharp Corporation), 15 June, 1993 (15.06.93), Claims; Fig. 1 (Family: none)	1-11
Y A	JP, 11-179060, A (RHYTHM WATCH CO., LTD.), 06 July, 1999 (06.07.99), Claims; Fig. 3 (Family: none)	12-17 1-11
A	JP, 3047055, U (People K.K.), 31 march, 1998 (31.03.98), page 5, line 15 to page 6, line 7 (Family: none)	1-21
X	JP, 8-257975, A (Agency of Industrial Science and Technology),	18-21

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
15 January, 2001 (15.01.01)

Date of mailing of the international search report
23 January, 2001 (23.01.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07592

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	08 October, 1996 (08.10.96), page 2, Column 2, lines 10 to 46; Fig. 1 (Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. C1' B25J13/00, B25J5/00, A63H11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. C1' B25J13/00, B25J5/00, A63H11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1920-2001年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP, 924034, A (SONY CORPORATION), 23. 6月. 1	1-17
A	999 (23. 06. 99), 特許請求の範囲, 第8頁第13欄第37行-第45行, 第2図, & JP, 11-188678, A, 特許請求の範囲, 第9頁第15欄第2行-第9行, 第1図, & AU, 9725998, A, & CN, 1225304, A, & BR, 9805614, A	18-21
Y	JP, 5-147339, A (シャープ株式会社), 15. 6月. 1993 (15. 06. 93), 特許請求の範囲, 第1図, (ファミリーなし)	1-11
Y	JP, 11-179060, A (リズム時計工業株式会社),	12-17

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 15.01.01	国際調査報告の発送日 23.01.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 田村 耕作 3C 9618 

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	6. 7月. 1999 (06. 07. 99), 特許請求の範囲, 第3 図, (ファミリーなし)	1-11
A	J P, 3047055, U (ピープル株式会社), 31. 3月. 1998 (31. 03. 98), 第5頁第15行—第6頁第7行, (ファミリーなし)	1-21
X	J P, 8-257975, A (工業技術院長), 8. 10月. 1 996 (08. 10. 96), 第2頁第2欄第10行—第46行, 第1図, (ファミリーなし)	18-21